

# الصورة الثالثة

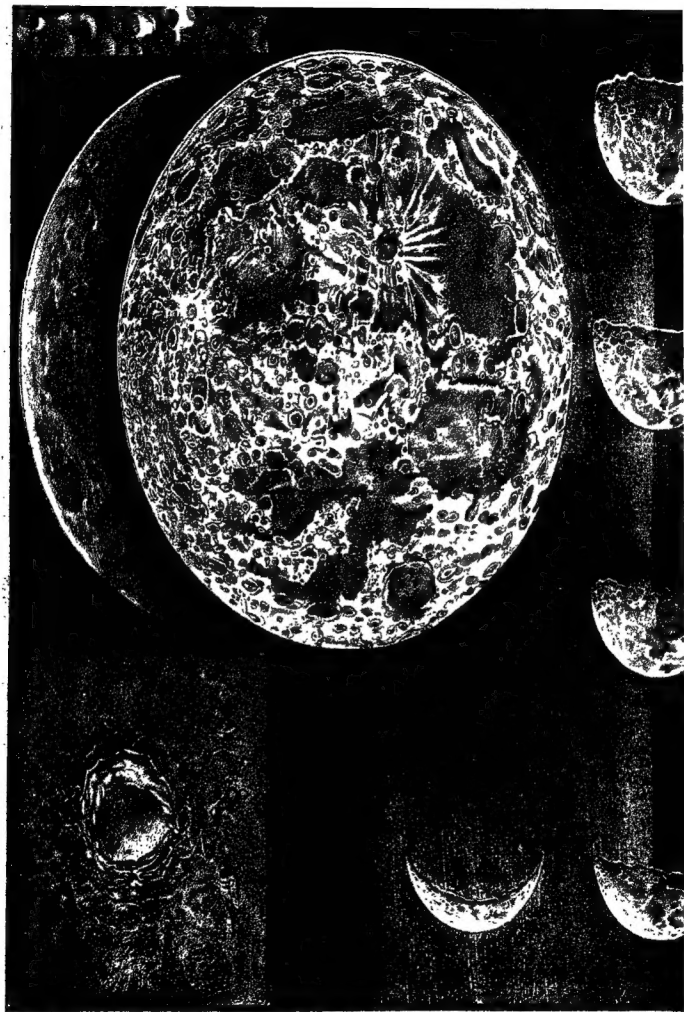
الربع الثالث





البرق الاول











اصول

علم الهيئة

تأليف كرنیلجوس فان دیک

طبع في بيروت سنة ١٨٧٤

## احرف الالجدية اليونانية

كثيراً ما تُستعمل هذه الاحرف للدلالة على كميات معروفة او مجهولة لاجل تسهيل العمل فاقضي رتبها هنا لافادة من يحتاج اليها

nu	$\nu$	ن
xi	$\xi$	
omikron	$\omicron$	أ
pi	$\pi$	پ
ro	$\rho$	ر
sigma	$\sigma$	س
tau	$\tau$	ت
upsilon	$\upsilon$	ا
phi	$\phi$	ف
chi	$\chi$	خ
psi	$\psi$	پس
omega	$\omega$	أو

alpha	$\alpha$	ا
beta	$\beta$	ب
gamma	$\gamma$	ج
delta	$\delta$	د
epsilon	$\epsilon$	أ
zeta	$\zeta$	ز
eta	$\eta$	ا
theta	$\theta$	ث
iota	$\iota$	اي
kappa	$\kappa$	ك
lamda	$\lambda$	ل
mu	$\mu$	م

لأجل الاختصار قد اعتمد على اوسام عبارة عن اسماء بعض الاجرام السماوية وحركاتها ومعانيها  
وهذه هي الاوسام ومعانيها

8	استقبال	☉	الشمس
♋	عقبة صاعدة	☿	الزهر
♌	" نازلة	♄	عطارد
•	درجات ، دقائق " ثواني قوسية	♀	الزهرة
س	ساعات د دقائق ث ثواني وقت	♁	أرض
•	برج الحمل	♊	المزجج
♈	" الثور	{	النبات الى آخر عدد ما
♉	" الجوزاء		
♊	المسرطان		
♋	" الاسد	♋	الخ
♌	" السنبلة	♍	المشتري
♍	" الميزان	♎	زحل
♎	" المقرب	♏	اورانوس
♏	" الرامي	♐	نبتون
♐	" الجدي	♑	اقطران
♑	" الدلي	♒	ترجيع
♒	" الحوتان	♓	

# فهرست

صفحة

١

٢

المقدمة

حدود

## الجزء الاول

### الفصل الاول

١٢

في هيئة الارض وجرمها

### الفصل الثاني

١٦

في الحركة اليومية

١٨

في الكرات المصطنعة

١٨

مسائل تحمل بالكرة الارضية

٢٢

مسائل تحمل بالكرة العاوية

### الفصل الثالث

٢٤

في زاوية الاختلاف

٢٨

في الانكسار

٢٣

في التفتي

### الفصل الرابع

٢٥

في الوفت

صفحة

٤٠

في الحساب السنوي

## الفصل الخامس

٤٤

في بعض آلات الرصد

٤٩

عمليات

٥٨

في العرض الارضي

٦٥

كيفية اصطناع المزاول

٦٦

في هيئة الارض وكتافتها

## الجزء الثاني

٧٦

في النظام الشمسي

## الفصل الاول

٧٧

في الشمس

٩١

الدور البرجي

## الفصل الثاني

٩٣

في حركة الشمس السنوية الظاهرة

٩٤

الفصول

٩٦

هيئة فلك الارض

## الفصل الثالث

٩٩

قواعد كبروالجاذبية العامة

## الفصل الرابع

١٠٧

مبادرة الاعتدالين

١٠٩

في الكواكب

١١٠

في انحراف الدور

صفحة

## الفصل الخامس

١١٢

في القمر

١١٩

أوجه القمر

١٢٤

مطلع القمر

## الفصل السادس

١٢٥

في اضطراب حركات القمر

## الفصل السابع

١٤١

في الكسوف والخسوف

١٤٦

كسوف الشمس

## الفصل الثامن

١٥٤

في الطول

١٥٦

في المد والجزر

## الفصل التاسع

١٥٩

في السيارات المنلى

١٦٧

فلكان

١٦٨

عطارد

١٧٣

الزهرة

## الفصل العاشر

١٧٨

في السيارات العليا

١٧٩

المرنج

١٨١

القيبات

١٨٥

المشمري

١٩٠

زحل

١٩٥

اقمار زحل

صفحة

١٩٨

اورانوس

٢٠٠

نبتون

## الفصل الحادي عشر

٢٠٢

مبادئ افلاك السماوات

٢٠٦

معرفة اقدار الاجرام السماوية

٢٠٨

ثبوت النظام الشمسي

٢٠٨

نسبة مبادئ الممارات بعضها الى بعض

## الفصل الثاني عشر

٢١٢

في النجوم المذنبية

٢١٩

النيازك او الشهب

## الجزء الثالث

### الفصل الاول

٢٢٦

في النجوم الثوابت

٢٢٩

اختلاف النجوم الثوابت

٢٣١

بعد النجوم الثوابت

٢٣٢

اسماء صور الثوابت

### الفصل الثاني

٢٣٤

النجوم المزدوجة والثمانية والمتعددة

### الفصل الثالث

٢٣٨

النجوم المتغيرة والموقفة وحركة النجوم

### الفصل الرابع

٢٤١

في القنوان والسحاب



صفحة

## الفصل الخامس

٢٤٨

في المخرج

٢٤٩

الرائي المديني

## الفصل السادس

٢٥١

الميكرو سكوب في علم الهيئة

٢٥٤

طبقات القمر والمهارات

٢٥٥

طبقات النجوم الثوابت

## مضافات

٢٥٩.

في السماوات والايام والاسابيع الخ

٢٦٢

جداول مبادئ المهارات

٢٦٨

قائمة نجوم مزدوجة

٢٧٤

قائمة نجوم متغيرة



## مقدمة

(١) الاسترونومية لفظة يونانية معناها قوانين النجوم والعرب يعتبرون عنها بعلم الهيئة وهي علم موضوعه الأجرام السماوية والأرض باعتبار كونها من جملة تلك الأجرام بالنسبة إلى سائر ما وقد انقسم إلى وصفي وطبيعي وعملي. أما الوصفي فهو ذكر ما يحدث في الأجرام المشار إليها من حركات وروى وغيرها مفردة ومجملة. وأما الطبيعي فهو ما يبحث به عن علل تلك الحوادث وقواعدها. وأما العملي فهو ما يبحث به عن كيفية التوصل إلى معرفة القسمين الأولين بالآلات والحسابات

(٢) إن علم الهيئة هو من أقدم العلوم واعتنى به منذ قدم الزمان الآشوريون والكلدانيون وأهل فينيقيا ومصر والهند والصين وكان فيثاغورس اليوناني معلم هذا الفن في مدرسة كروتونا في إيطاليا ق م ٥٠٠ ولم تُعتبر تعاليمه مدّة ٢٠٠٠ سنة إلى أن احياها غاليليو وكوبرنيكوس في القرن الخامس عشر والسادس عشر. ومن أشهر من درس هذا العلم عند القدماء مدرسة الاسكندرية التي انشأها الملوك البطلموسية وهناك اخترعت أولاً آلات لقياس الفروايا ومن أشهر معلميها الفيلسوف هيرغوس ق م نحو ١٥٠ وبطلموس ق م نحو ١٤٠ ألف كتاباً في هذا الفن مائة المجسطي وكان عليه الاعتماد إلى القرن الخامس عشر والسادس عشر حين قام كوبرنيكوس من بروسيا سنة ١٥٢٠ ونيجو برامي في ديفاركة سنة ١٥٨٢ وكبلر في جرمانيا سنة ١٦٥٤ وغاليليو في إيطاليا سنة ١٦٤٢ فأظهروا بطلان الآراء القديمة ووضعوا هذا العلم على أساس حقيقي متين. أما غاليليو فهو أول من استعمل النظارة في علم الهيئة وبهذا كشف عن حقائق كثيرة كانت مجهولة قبل عصره ثم بقرب غرة القرن الثامن عشر كشف اسحق نيوتون عن قواعد الجاذبية العامة التي تخضع لها جميع حركات الأجرام السماوية وأوضح تلك القواعد وثبتها لابلاس الفرنسي

(٣) إن القدماء اعتبروا هذا الفن بالأكثر للزعم بأن لهم منه دلالة على المستقبل من الأمور البشرية وإن للأجرام السماوية تأثيراً في اجساد البشر وعقولهم ونصبيهم الدنياوي وأولها تادل على تلك الأسماء وكل ذلك باطل

(٤) لهذا العلم منزلة على ما سواه من العلوم من جراه عظيمة موضوعه وثقفي فحصر وعمومية

قواعد ولكن تحصيله عسر والزيادة على ما تعلم منه عسر وهو لم يبلغ الى حاله الحاضرة الا بعد ان عاب  
جزيلة في قرون كثيرة

(٥) انه في شرح قواعد هذا العلم لا يمكن برهان كل قضية حالاً عند ذكرها كما في الهندسة  
فهذا المبتدئ ان يأخذ بعض الاشياء بالتسليم ثم بعد تقدمه قليلاً يقف على برامتها  
(٦) نظام الهيئة الختفي هو نظام كوبرنيكوس واصوله هي

اولاً ان حركة الاجرام السموية الظاهرة اليومية من الشرق الى الغرب حاصلة من حركة  
الارض الحقيقية على محورها من الغرب الى الشرق يومياً

ثانياً ان الشمس انما هي مركز تدور حوله الارض وجميع السمات من الغرب الى الشرق  
خلاقاً لزعم القدماء بثبوت الارض في الوسط ودوران الشمس والنجوم حولها

(٧) ان في هذا المؤلف نتكلم اولاً في الارض ونسبها الى ماسواها من الاجرام السموية وثانياً في  
النظام الشمسي وثالثاً في النجوم الثابتة





حدود

(١) الاجرام السماوية \* هي الشمس والقمر والنجوم وكل الاجرام البيرة التي تقع في النسخة المحيطة بالارض ان ظهرت للنظر المجرد او للنظر المستعين بالآلات البصرية

(٢) ظواهر الاجرام السماوية \* كل الاجرام السماوية تتحرك بالظاهر من الشرق الى الغرب اي تشرق وتغرب راسمة اقواس دوائر يمرورها من الشرق الى الغرب فتصعد في نصفها الشرقي وتحدّر في نصفها الغربي وهناك الاقواس متوازية اكبرها ما يرسم فوق رأس الناظر ومن تلك تصاعداً الى الجنوب الى ان تتلاشى عند القطبين اذا كان الناظر على خط الاستواء . واذا كان الى شمالي برسم بعض النجوم الى جهة الشمال تدور في دوائر حول نجم لا يتحرك سمي نجم القطب فالشمس والقمر وسائر الاجرام السماوية تدور حول الارض بالظاهر مرة في كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران سمي الدوران اليومي او الحركة اليومية

(٣) سيارات وثوابت \* اكثر النجوم الظاهرة في المقر السماوي لا تتغير مواقعها بنسبة بعضها الى بعض فسميت بنجوم ثوابت تميزاً بينها وبين بعض الاجرام القليلة العدد التي تنقل من موضع الى موضع فتزرى تارة بقرب هذا النجم او في تلك الصورة من الثوابت واخرى بقرب نجم آخر او في صورة اخرى فسميت السيارات . فاذا راقبنا الشمس والقمر والسيارات نرى لما حركة بين الثوابت من الغرب الى الشرق فتدور حول الشمس من الغرب الى الشرق في مدّات مختلفة بين ثلاثة اشهر و ٦٤ سنة

(٤) الكرة المصطعنة \* اذا صوّرت على حكمة صورة قارات الارض والكلها وجرائها واجبارها الخ بنسبة مواقع بعضها الى بعض فلنا كرة ارضية مصطعنة واذا صوّرت على كرة مواقع الثوابت بنسبة بعضها الى بعض فلنا كرة سماوية مصطعنة

(٥) خط الاستواء \* اذا انقسمت كرة الارض الى شطرين شطر شمالي وشرطي جنوبي فالخط الفاصل بينهما دائرة عظيمة سُميت خط الاستواء لاستواء الليل والنهار طوي وكلا دائرة تقسم الكرة الى شطرين متساويين في دائرة عظيمة . واذا امتدّ سطح دائرة خط الاستواء الى المقر السماوي بُحِثت دائرة عظيمة تقسمه الى شطرين وتسمى تلك الدائرة خط الاعتدال او خط الاستواء السماوي

(٦) **محور الأرض** \* محور الأرض هو الخط الذي تدور عليه دورانها اليومي  
(٧) **القطبان** \* هما نقطتا تقاطع المحور و سطح الكرة وتسميان قطبي الأرض وقطبي خط الاستواء  
تبتدأ بينهما وبين قطبي دائرة البروج. وإذا أخرج المحور الى جهتيه حتى يلاقي القطر السماوي فالمقتبان  
القطبان السماويان وقرب القطب السماوي الشمالي فترسمي نجم القطب لدلائله على موقع القطب  
الشمالي تقريباً وما أن ذلك النجم قريب من القطب لا يرى له حركة يومية بالنظر المجرد ولكنه يدور  
في دائرة صغيرة مرة كل ٢٤ ساعة وتقاس حركته بواسطة بعض آلات الرصد

(٨) **دائرة البروج** \* هي الدائرة التي ترسمها الأرض في دورانها السنوي حول الشمس وفي  
دائرة عظيمة سطحها مائل على سطح دائرة خط الاستواء  $23^{\circ} 27'$  وهي مقسومة الى ١٢  
قسماً تسمى كل قسم برجاً فكل برج ٣٠ ومن الأبراج ستة واقعة على خط الاستواء وهي الحمل والثور  
والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة. وستة الى جنوبه وفي الميزان والعقرب والرامي والجدي  
والدلو والحوتين. أما الحمل والثور والجوزاء فسميت البروج الربعية لان الشمس تمر بها في فصل  
الربيع اي بين ٢١ آذار و ٢١ حزيران وأما السرطان والاسد والسنبلة فابرار الصيف لان الشمس  
تمر بها بين ٢١ حزيران و ٢١ ايلول وأما الميزان والعقرب والرامي فهي ابراج الخريف والشمس تمر  
بها بين ٢١ ايلول و ٢١ كانون الاول وأما الجدي والدلو والحوتان فهي ابراج الشتاء والشمس تمر  
بها بين ٢١ كانون الاول و ٢١ آذار وهذه علامات الأبراج

(١)	♈	الحمل	(٧)	♎	الميزان
(٢)	♉	الثور	(٨)	♏	العقرب
(٣)	♊	الجوزاء	(٩)	♐	الرامي
(٤)	♋	السرطان	(١٠)	♑	الجدي
(٥)	♌	الاسد	(١١)	♒	الدلو
(٦)	♍	السنبلة	(١٢)	♓	الحوت

(٩) **الدوائر المتوازية** \* هي دوائر توازي خط الاستواء وما انما تقسم الكرة الى قسمين غير  
متساويين سميت دوائر صغيرة تبتدأ بينهما وبين الدوائر العظام المماسي ذكرها وإذا رسمت على كرة  
أرضية سميت دوائر العرض وإذا رسمت على كرة مائية سميت دوائر الميل وفي ان كانت على  
الأرض او في القطر السماوي تصغر كلما بعدت عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً حتى تلاشي عند  
القطبين

(١٠) **اقسام الدائرة** \* كل دائرة كبيرة كانت او صغيرة تقسم الى  $90^{\circ}$  والدرجة  $60'$  والدقيقة

٦٠" أما طول الدرجة فيختلف بحسب اختلاف محيط دائريها فالدرجة على خط الاستواء ٦٠ ميلاً ثم  
تصغر لكل عرض بين صفرو ٩٠ الى ان ثلاثي عدد ٩٠ من العرض فاذا اردت معرفة الاميال  
في درجة لاي عرض فريض فقل نسبة

(١)  $\frac{\text{خط عرض ٦٠}}{\text{خط عرض ٩٠}} = \frac{\text{خط طول ٦٠}}{\text{خط طول ؟}}$   
وذلك يتضح من هذا الرسم (شكل ١) لكن اف محور الارض ويقي خط الاستواء وزل  
دائرة من الدوائر الموازية فيكون زوي العرض وهي قياس الزاوية زسي ويس = خطي وزل نظير  
جيب زسي وخطي ازل ٦٠ الاميال في درجة اذا كان  
العرض زوي فلو قيل كم ميلاً في درجة عدد عرض ٤٢ مثلاً  
لقل نسبة خطي

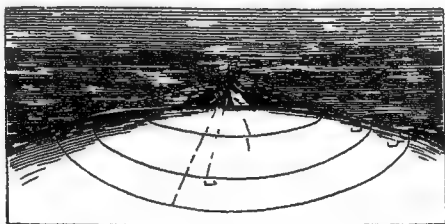


شكل ١

$$\begin{aligned} 1000000 &= \text{نسب ٦٠} \\ 9871073 &= \text{نسب ٤٢} \\ 1778101 &= \text{نسب ٤٤} \\ 1749234 &= \text{نسب ٤٤} \end{aligned}$$

(انظر الجدول الماشر من كتابي في العالم)

(١١) الافق \* هو دائرة عظيمة تقسم الكرة والمقعر السماوي الى شطرا على و شطرا اسفل باعتبار  
الناظر وتسمى الافق الحقيقي تمييزاً منه وبين الافق النظري الذي هو دائرة صغيرة قطرها بالنسبة الى



شكل ٢

ارتفاع الناظر عن سطح الارض كما يتضح من شكل ٢ افق ناظر على السهل وب افق من ارتفاع الى  
ت وس افق من ارتفاع الى ص . اما الافق الحقيقي فسطحاً يمر بمركز الارض وقطبة الاعلى وتسمى سميت  
الرايس او السميت وقطبة الاسفل تسمى سميت القدم او نظير السميت وكل نقطة على سطح الارض افق

حقوقي مختص بها وافق النقطة الواحدة ليس هو افق نقطة اخرى كما يضح عند التأمل وفي الكرة المصطنعة يقوم الافق الحقيقي مقام الافق الحقيقي

(١٢) **المواجر\*** هي دوائر عظام عمودية على خط الاستواء تمر بالنقطتين وهاجرة كل مكان هو خط نصف النهار لذلك المكان وتثبت مواجر لان الشمس اذا لحقت بها تبدى بالانحدار اخذت بغير الارض ذلك اليوم وتثبت ايضاً دوائر سوية لانها تقيس الوقت وخطوط الطول لانها تتصل من خط الاستواء ما يعدل طول المكان والمواجر الاولى هي التي منها يحسب الطول شرقاً ١٨٠ وكذا غرباً

(١٣) **منطقة الابراج\*** هي منطقة تمتد ٨° على جانبي دائرة الابراج فعرضها ١٦° وهي التي تسير فيها السيارات

(١٤) **خط السرطان وخط الجدي والدائرة الثمانية والمجنوبة\*** قد تقدم ان الافق الحقيقي يقطع الكرة والمقرع السماوي الى نصف اعلى ونصف اسفل باعتبار الناظر فافق ناظر مقامه على خط الاستواء يمر بالنقطتين واذا تقدم درجة واحدة نحو الشمال ينخفض افقه درجة تحت القطب الشمالي وينتصر درجة عن الجنوبي وبالعكس لو تقدم درجة نحو الجنوب يقال ان القطب يرتفع بما يعدل عرض الناظر والقطب الآخر ينخفض بما يعدل ارتفاع المرتفع ولو تقدم الناظر عن خط الاستواء ٩٠° لكان القطب فوق رأسه وافقه يمر بخط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج مائلة على خط الاستواء ٢٣° ٢٨' تقريباً فاذا رسمت دائرة توازي خط الاستواء مارة بملك النقطة من دائرة البروج التي هي ٢٣° ٢٨' عن خط الاستواء شألاً تحدث دائرة تثبت خط السرطان او جنوباً فدائرة تثبت خط الجدي فالناظر القائم على خط السرطان يمر افقه تحت القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فاذا رسمت دائرة بينهما وبين القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة الثمانية واخرى بينهما وبين القطب الجنوبي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة المجنوبة فتحدث من هذه الخطوط المناطق الخمس كما علمت من علم الجغرافية ونقطة ماسة دائرة البروج وخط السرطان في المدار الصيفي ونقطة ماسة دائرة البروج وخط الجدي في المدار الشتوي

(١٥) **الدوائر المتسامنة\*** هي المائة بسمت الرأس عمودية على الافق فكلها عظيمة والتي تمر بنقطة الافق الشرقية والغربية هي المتسامنة الاولى والتي تمر بنقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء سميت المتسامنة الاعتدالية والتي تمر بالمدارين سميت المتسامنة المدارية

(١٦) **الاعتدالين\*** هما الربيعي اى اول برج الحمل عند تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء وهو موقع الشمس في ٢١ آذار عند استواء الليل والنهار في الربيع والخريفي ١٨٠° عن الربيعي عند

تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء في أول برج الميزان وهو موقع الشمس في ٢١ ايلول عند استواء الليل والنهار في الخريف

(١٧) المنازل \* قد تقدم انما ابعاد دائرة البروج عن خط الاستواء وقد سمي ثمانية منازل السرطان وجنوبيها مدار الجدي وثانيتها المنازل لان الشمس اذا حلقتها تقف قليلاً بالظاهر ثم كأنها تدور فتدور الى الجهة المقابلة شيئاً فشيئاً كل يوم فيين المنازل والمنازل ١٨٠ من القوس وستة اشهر من الوقت

(١٨) الرؤية الدولانية او الكرة العمودية \* لناظر مقامة على خط الاستواء تكون الاقواس التي ترسمها الاجرام السماوية بحركتها اليومية عمودية على الافق ايهاً فانها تصعد من الافق عمودية الى الماجرة وتهدر من الماجرة عمودية الى الافق وسميت هذه الرؤية رؤية دولانية لما بهتها بحركة دولاب عمودي على سطح الارض

(١٩) الرؤية الرحوية او الكرة المتوازية \* اذا كان مقام ناظر القطب يرى الاجرام السماوية ترسم دوائر توازي الافق وهذه الدوائر تصغر شيئاً فشيئاً من الافق الى سمت الراس والجزم الواقع في سمت الراس لا يتحرك وسميت رؤية رحوية لما بهتها بحركة جمر الراس. واذا كان مقام الناظر القطب الشمالي لا يرى النجم التي في الجنوبي خط الاستواء والتي الى شماله لا تقب عه مطلقاً وبالعكس اذا كانت مقامة القطب الجنوبي وما ان الشمس في الى شمالي خط الاستواء نصف السنة والى جنوبي النصف الآخر فالناظر من القطب يراها دائماً نصف سنة ولا يراها مطلقاً نصف سنة فنهاره ستة اشهر وليله كذلك غير ان الظلام لا يكون تاماً ستة اشهر وذلك بسبب الانكسار كما سباني في محلو الكرة الرحوية التامة لا ترى الا عند القطب ولم يبلغ احد اليه غير ان بعض السفن المرسلة للاكتشاف في الجهات الشمالية بلغت الى ما ينوف عن ٨٠ من العرض الشمالي

(٢٠) الرؤية الجالية او الكرة المتوازية \* لناظر مقامة بين خط الاستواء والقطب تكون الاقواس المرسومة بحركة الاجرام السماوية اليومية لا عمودية على الافق ولا متوازية له بل مائلة عليه اكثر او اقل حسب بعد الناظر عن خط الاستواء وسميت هذه الرؤية جالية تشبيهاً بجالة السيف وارتفاع القطب يعدل عرض المكان ايهاً

(٢١) الصعود المستقيم \* هو الزاوية المحاذية عند جرم سماوي بين خطين مرسومين منه احدهما الى الاعتدال الربيعي والاخر عموداً على خط الاستواء فالقوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي والخط العمودي من الجرم عليه في قياس الصعود المستقيم ويحسب ساعات ودقائق وثواني. وما ان الارض تدور على محورها دورة كاملة ٣٦٠ في كل ٢٤ ساعة فتدور ١٥ في



كل ساعة لان  $٣٦٠ + ٢٤ = ١٥$  اي  $١٥ = ١٥$  و  $١٥ = ١٥$  و  $١٥ = ١٥$  فيقول صعود مستقيم  
الى  $١٥$  بضرب في  $١٥$  وتبدل العلامات  $١٥$  بالعلامات  $١٥$  فلو قيل حول  $١٥$   $١٥$   $١٥$   $١٥$   
الى  $١٥$  من القوس لقل  $١٥ \times ١٥ = ١٥٠$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

الجواب

ويعكس العمل اي نقول  $١٥$  الى  $١٥$  بالقسمة على  $١٥$  وابدال العلامات  $١٥$  بالعلامات  $١٥$   
واذا افضل شيء بعد القسمة يضرب في  $١٥$  فيقول الى  $١٥$  و الى  $١٥$  لان  $١٥ = ١٥$  و  $١٥ = ١٥$  فلو  
قيل حول  $١٥$   $١٥$   $١٥$  من القوس الى وقت لقل

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

$$١٥ = ١٥ \times ١٥$$

الجواب

ولاجل تسهيل العمل قد وضعت الجدول الاول لتحويل  $١٥$  الى وقت والثاني لتحويل  $١٥$  الى قوس

(٢٢) الميل \* هو بعد جرم عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً وقياسه القوس من الهاجرة المارة  
بـ الواقعة بينه وبين خط الاستواء وما كان على خط الاستواء فلا ميل له فالشمس اذا دخلت برج  
الميل او برج الميزان فلا ميل لها واذا دخلت برج السرطان او برج الجدي فهي على معظم ميلها اي  
 $٢٣$   $٢٨$  تقريباً اما معظم ميل السيارات فتوقف على ميل دوائرها على دائرة البروج . اما ميل  
النوابت فمختلف من صفر الى  $٩٠$  وميل النجم الهابت لا يتغير خلافاً للشمس والقمر والسيارات  
(٢٣) البعد القطبي \* هو ممتد الميل ابناً . فاذا نعين صعود جرم المستقيم وميله نعين موضعه  
في المنعرج السماوي

(٢٤) الطول \* على الكرة السماوية هو عبارة عن بعد جرم عن الاعتدال الربيعي مقاساً على  
دائرة البروج

(٢٥) العرض \* العرض السماوي هو بعد جرم عن دائرة البروج شمالاً او جنوباً مقاساً على  
دائرة عمودية على دائرة البروج فاذا عرفت الصعود المستقيم والميل يُستعمل الطول والعرض واذا

عُرِفَ الطول والعرض يُستعمل الصعود المستقيم والميل فبمعين موقع جرم من طول وعرض كما يتعين من صعوده المستقيم ويولو. أما الطول الشمسي والعرض الشمسي فهما الطول والعرض لو نظير الى جرم من مركز الشمس. والصعود المستقيم عند العرب هو المطلع والميل هو البعد عندهم

(٢٦) ارتفاع جرم \* هو علو مركزه فوق الافق مقياساً على دائرة متسامتة

(٢٧) البعد السمي \* هو مٲ الارتفاع ابداً

(٢٨) السموت \* هو القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالمجرر واقرّب القطبين

(٢٩) المتطهرات \* هي دوائر صغيرة توازي الافق وتلاش عند سمت الرأس

(٣٠) سعة جرم \* هي القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم والنقطة الشرقية

عند شروقها والنقطة الغربية عند غروب

(٣١) زاوية الوضع \* هي الزاوية المحاذية بين الماجرة وخط موصل بين جرمين

(٣٢) فلك جرم \* هو الطريقة التي يسلكها في السماء فلك سيار هو طريقة حول الشمس

وفلك قمر هو طريقة حول الجرم الذي هو تابعة

(٣٣) العقد \* هي نقطة تقاطع فلك ودائرة البروج فاذا كان الجرم متقدماً من الجنوب نحو

الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عقدة الصاعدة واذا كانت متقدماً من الشمال نحو

الجنوب فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي العقدة النازلة وبينها ١٨٠°

(٣٤) نقطة الرأس \* هي اقرب نقطة من فلك الى الشمس

(٣٥) نقطة الذنب \* هي ابعد نقطة من فلك عن الشمس

(٣٦) الاقتران \* اذا كان جرمان في جهة واحدة من السماء اي كانا على طول واحد فهما

في الاقتران

(٣٧) الاستقبال \* اذا كان جرمان في جهتين متقابلتين من السماء اي كان بينهما من

الطول ١٨٠° فهما في الاستقبال

(٣٨) التربع \* اذا كان بينهما ٩٠° طولاً فهما في التربع

(٣٩) تبان سيار \* هو الزاوية المحاذية عند مركز الارض بين خطين احدهما مرسوم الى

مركز السيار والاخر الى مركز الشمس

(٤٠) الصعود المتوارب \* هو القوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي وتلك

النقطة من خط الاستواء التي تشرق مع الجرم المفروض. وفصلة الصعود المستقيم والصعود المتوارب

سميت فصلة الصعودين او فصلة المطلقين

(٤١) منطقة الظهور الدائم \* هي تلك المنطقة حول القطب المرتفع التي لا تغيب نجومها عن الناظر في قطرها = عرض المكان أبداً وعكسها منطقة الاخفاء الدائم . والنجوم التي لا تغيب سماها العرب المحبسان مثل الثرقيدين وبنات نعش والقطب وغيرها

(٤٢) النظام الشمسي \* هو النظام المؤلف من الشمس والاجرام التابعة لها وهو ينقسم الى اربعة

اقسام

- (١) النجم المركزي الثابت بالنسبة الى تواليها أكبر منها جميعها نوره ذاتي وهو شمسنا
- (٢) مئة تابع و١٤ تابعاً على مسافات متزايدة من الشمس تدور حولها في افلاك لا تختلف كثيراً عن دوائر وتدورها من الشمس ويظهر لنا وهي تنقسم الى ثلاث رتب
- الرتبة الاولى السيارات الصغار وهي الاقرب الى الشمس واسماؤها عطارد والزهرة والارض والمريخ
- الرتبة الثانية السيارات الكبار وهي البعد عن الشمس واسماؤها المشتري وزحل وأورانوس ونبتون
- الرتبة الثالثة هي النجمات وهي سمارت صغار موقع افلاكها بين فلك المريخ وفلك المشتري وتصل بين الرتبة الاولى والثانية وقد اكتشف منها الى الآن ٢٣ نجماً
- (٣) ثمانية عشر تابعاً للتتابع اى افاير تابعة السيارات المذكورة للارض واحد والمشتري اربعة وزحل ثمانية وأورانوس اربعة ولنبتون واحد فالتتابع وتوابع التوابع تدور حول الشمس من الغرب نحو الشرق وعلى محاورها من الغرب نحو الشرق وافلاكها مختلفة الميل على فلك الارض اى على دائرة البروج

(٤) تسعة نجوم مذنب تدور حول الشمس في افلاك متطاولة جداً وقد عُرِف نحو ٣٠٠ مذنب بعضها دارت حول الشمس في افلاكها الزائفة الاستطالة في مذات طويلة حتى لم يمتدح رجوعها ثانية بالفعل فخران مذات بعضها محسوبة وبعضها تدور في افلاك هذلولية الشكل فلا تعود الى طريقها الاولى مطلقاً

ومن الاشياء التابعة النظام الشمسي النور البرجي وحلقات النيازك او الشهب

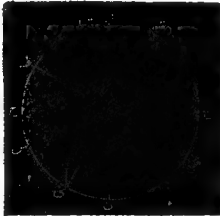
(٤٣) زاوية الاختلاف \* هي الزاوية المحاذية عدد جرم سماوي بين خط مرسوم اليه من سطح الارض وآخر مرسوم اليه من مركزها فيقالها عند المحرم في الارض او في فلك الارض وسماوي بيان كيفية استعمالها مفصلاً

(٤٤) كل دائرة عظيمة تمر بقطب اخرى عظيمة تقبل مع الاولى زوايا قائمة والتي تمر بقطب الاخرى سُميت ثنائها او ثانیيتها

(٤٥) الزاوية المحاذية على سطح كرة يتقاطع دائرتين عظمتين قياسها قوس دائرة عظيمة

ثالثة واقعة بين محيطي الأولين ورأس تلك الزاوية في قطب الثالثة

(٤٦) ظهور جرم سماوي في الشرق ثم شروقه وغيبانه في الغرب ثم غروبه وبلوغه الى اقصى ارتفاعه ثم تكبد الى كبد السماء وبلوغه النقطة المقابلة تكبد ثم تكبد الاسفل اما النجوم



شكل ٢

الواقعة في دائرة الظهور الدائم فتكبدها الاعلى والاسفل فوق الافق والتي في دائرة الاختفاء الدائم تكبدناها تحت الافق

(٤٧) القسم من طريق جرم سماوي فوق الافق

سبي قوسه العليا والقسم تحت الافق سبي قوسه السفلى لكي تستعمل نسبة هذه الاقواس بعضها لبعض في مكان مفروض لفرض ف ق ح ن ح (شكل ٣) الماجرة وف القطب المرتفع و ق ق خط الاستواء وز سمست الرأس

و ح و ح الافق و س س س س س س طريق جرم السماوي والارض نقطة عند ي ف يكون س س س س القوس العليا و س س س س القوس السفلى

افرض ل - ق ز = عرض الناظر

ف - ف س - بُعد النجم القطبي

س - ز ف س - الزاوية السويعة والنجم في الافق

ز - ز س - البعد السمتي والنجم في الافق

في المثلث الكروي ز ف س لنا ق ز = ٩٠ - ل اي ممت العرض وحسب قواعد حساب المثلثات الكروية

(٣)  $\text{ن ج ز} = \text{ن ج ف} \times \text{ج ل} + \text{ج ف} \times \text{ن ج ل} \times \text{ن ج س}$

(انظر كتابي في اللوغاريثات والمساحة صفحة ١٤١ العبارة الثانية من العبارات المبرمة من)

اما ز ف بعدل ٩٠ فتصير العبارة

(٢)  $0 = \text{ن ج ف} \times \text{ج ل} + \text{ج ف} \times \text{ن ج ل} \times \text{ن ج س}$

(٤)  $\frac{\text{ماس ل}}{\text{ماس ف}} = \text{اي ن ج س}$

اذا كان ل = ٠ اوف = ٩٠ فنجتذ

ن ج س = ٠ وس = ٩٠ = ٦ ساعات

اي اذا كان الناظر على خط الاستواء والجرم في خط الاعتدال تكون القوس العليا ٦ ساعات ومدى الجرم فوق الافق تعدل مدته تحت الافق

ان كان ف < ل يكون ن ج ف > - ١ وذلك غير ممكن فلا يستوفي الجرم شرط كون ز = ٩٠ اي اذا كان البعد القطبي اقل من عرض الناظر لا يلحق الجرم الافق بل يبقى في دائرة الظهور الدائم وان كان ف = ل يكون ن ج س = - ١ وس = ١٨٠ - ١٢ ساعة اي اذا كان العرض والبعد القطبي متساويين لا يسقط الجرم تحت الافق بل يثبت عند المواجهة وان كان ف < ل وف > ٩٠ فيثبت

ن ج س < ٠ ون ج س < - ١ وس < ٩٠ وس < ٦ ساعات اي كل جرم بين القطب المرتفع وخط الاعتدال قوسه العليا اطول من قوسه السفلى ومدته فوق الافق اطول من مدته تحت الافق. وان كان ف < ل وف < ٩٠ فيثبت ن ج س < ٠ ون ج س < ١ وس > ٩٠ وس < ٦ ساعات

اي اذا كان الناظر على جانب خط الاستواء والجرم على الجانب الآخر منه تكون القوس العليا اقصر من ٦ ساعات ومدى الجرم فوق الافق اقصر من مدته تحت الافق ان كان ف = ١٨٠ - ل فيثبت ماس ف = - ماس ل ون ج س = ١ وس = ٠ - ٠ اي اذا كان بين الجرم والقطب المنخفض ما يعادل عرض المكان لا يصعد الجرم فوق الافق بل يثبت عند المواجهة واذا كان ف < ١٨٠ - ل يكون ماس ف < - ماس ل ون ج س < ١ وذلك محال اي اذا كان بعد الجرم عن القطب المنخفض اقل من عرض الناظر لا يصعد الجرم الى الافق بل يبقى في دائرة الاخفاء الدائم

ضع في سمل كرة قطرها قدما ن عبارة عن الشمس فتعبر عن عطارد حبة خردل في دائرة قطرها ١٦٤ قدما وعن الزهرة حبة حمص في دائرة قطرها ٢٨٤ قدما وعن الارض حبة حمص ايضا في دائرة قطرها ٤٢٠ قدما وعن المريخ قطورة دبوس في دائرة قطرها ٦٥٤ قدما وعن النجوم حبات رمل في دوائر مختلف قطرها بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ قدم وعن المشتري برطقالة في دائرة قطرها نصف ميل وعن زحل برطقالة اخضر في دائرة قطرها  $\frac{1}{2}$  الميل وعن اورانوس حبة

عنب في دائرة قطرها اكثر من ميل ونصف ميل وعن

نبتون خوخة في دائرة قطرها

$\frac{1}{3}$  ميل

## الجزء الأول

في الأرض

### الفصل الأول

في هيئة الأرض وجرمها

(٨) هيئة الأرض هيئة شبه كرية وذلك يتضح أولاً من استنارة خيالها الواقع على القمر عند خسوفه وثانياً من مقايستها على بقية السيارات التي تراها جميعاً كروية وثالثاً من أننا ننظر أعالى اشباح بعينه قبل اسافلها ولو كانت اسافلها أكبر من أعاليها ورابعاً من انخفاض الأفق عند ارتفاع عين الناظر عن مساواة سطح الأرض (انظر شكل ٢ و ٤) وخامساً ان قوساً مفروضة على سطح الأرض نفس زاوية واحدة عند المركز تقريباً



شكل ٤

(٩) انخفاض الأفق هو ابتعاده الظاهر لناظر مرتفع عن مساواة سطح الأرض ويتضح ذلك من الشكل الرابع. فليكن او طي جبل و زو خطاً عمودياً على سطح الأرض فان أخرجه على استقامته ينتهي الى المركز س وليكن ح ر عمودياً على زس فاذا أخرجه الى المقعر الماوي يقسمه الى اعلى واسفل كما تقدم (حد ١١) وليكن داي الجزء من سطح الأرض الظاهر عند وليكن و د وي خطين مستقيمين من موضع الناظر الى افق الأرض اي عاين لسطح الأرض و س د

او س ي نصف قطر الأرض فتكون الزاوية حود او روي انخفاض الأفق اما الزاوية زود او زوي فتقاس بسهولة ثم ان طرح منها زوج اي قائمة تبقى حود او تقاس س و د ثم اطرحها من القائمة س و د فتبقى حود وهي المطلوبة. ثم اذا عرفنا س د اي نصف قطر الأرض نستعمل الضلعين س و و د ومن

المثلث دس ووصفنا وجد ان الخطوط الخارجة من والى الافق الى اية جهة كانت في متساوية وينبع من ذلك ان حد النظر دائمة وذلك مهما كان الارتفاع عن سطح الارض ولا يصح ذلك الا في سطح كروي

(١٠) ثم ان زاوية الخفاض الافق اي حود = وس د وتُستعمل لاي طول فُرض لانه في المثلث دس لنا س د وس ووالثالثة دس . اجعل س ونصف قطر فتكون النسبة لاستعمال الزاوية وس د هذه

(٥) س و : بقى :: س د : ن ج وس د

(انظر كتابي في حساب المثلثات النظرية الثانية صهيحة ٦٧) فلنفرض او = ١٠٠ قدم ونصف قطر الارض هو ٢٢٥٦ ميلاً = ٢٠٨٨٧٦٨٠ قدماً اي س و = ٢٠٨٨٧٧٨٠

$$\begin{array}{r} \text{بقى} \\ 1000000 - \\ 7619890 = \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{نسب} \\ 20887680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17619890 \\ 7619892 = \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{نسب} \\ 20887780 \end{array}$$

نظير جيب وس د = ١٠٠٠٠٠٠٠ - ١٧٦١٩٨٩٨

ونقتضي لذلك اصلاح قليل لسبب الانكسار الارضي فهو ص ٥١٩ = زاوية س او ح ود اذا ارتفع الناظر منه قدم ثم يعميق قبات مختلفة للخط او من قدم واحد الى حد ما يشاء يُستعمل انخفاض الافق لاي طول فُرض . انظر الجدول الحادي عشر من كتابي في القباب فانه يفيد معرفة اصلاح اللانم لاستعمال ارتفاع جرم سماوي فوق الافق الحقيقي متى كانت الآلة المستعملة مرتفعة عن سطح الارض مثالة (شكل ٤) ليكن ن نجاً مطلوب ارتفاعه فوق الافق الحقيقي حور فتناس بالقياس بالقياس الزاوية ن ود وليكن ٦٠ مثلاً ولنفرض ارتفاع الآلة ٢٠ قدماً فنحسب الجدول يجب ان نُطرح ٤' ١٤" من ٦٠ فيبقى ٥٩° ٥٥' ٣٦" = ارتفاع النجم فوق الافق الحقيقي

ثم يعكس العمل المذكور يُستعمل ارتفاع مكان فوق مساواة سطح البحر اذا فُرضت زاوية انخفاض افق . فلنا في المثلث دس الضلع دس والزاوية س ود دس ومنها نستعمل الضلع س و ثم اطرح من س ونصف قطر الارض اي س ا فيبقى او اي ارتفاع المكان عن مساواة البحر والنسبة في هذه

(٦) نظير جيب وس د : س د :: بقى : س و

مسئلة . صعد سائح الى راس جبل ووجد زاوية انخفاض الافق ٢ فكم قدم علو الجبل (الجواب ١٢٧٥٢ قدماً)

(١١) يكفي ما تقدم ذكره برهاناً على كروية الارض وقد تأكد ايضاً انها ليست كرة تامة بل في معظمها قليلاً من ناحيتي القطبين وقطرها القطبي اقصر من القطر الاستوائي بمقدور ٣٦ ميلاً فثبتت

الارض شبه كرة (ع) وسيماني الكلام بكيفية استعمال ذلك ان شاء الله

(١٢) قطر الارض القطبي = ٧٨٩٩' ١٧ ميلاً والقطر الاستوائي = ٧٩٢٥' ٦٤ والمعدل ٧٩١٢' ٤ ومحيطها ٢٤٧٥٧' وفي اصطلاح كرة شبيهة بالارض لا يبعد ارتفاع بعض اجزاء سطحها والمنخفض البعض لان اعلى جبالها لا يفوق خمسة اميال علواً اية =  $\frac{7912}{1082} = \frac{1}{138}$  من قطرها واعنى الجهر  $\frac{10}{1000}$  من قطرها وذلك في كرة قطرها  $\frac{1}{3}$  ا قدم يكون  $\frac{1}{88}$  من قيراط



شكل ٥

تنبيه . القيراط  $\frac{1}{3}$  من ذراع

(١٣) ان حسبنا الارض كرة تامة يتوصل الى معرفة

قطرها بالنظر الى راس جبل معروف ارتفاعه من الاقنى في الجهر

مثاله (شكل ٥) ليكن ب د جبلاً علوه = ت ولنفرض مقام

الناظر عند ا فيتراى له راس الجبل في الاقنى ولنفرض الخط

ا د = ب ميل ولنفرض نصف قطر الارض اي اس = ك ثم (حسب اقليدس كتاب ١ ق ٤٧)

$$ك + ب = ب^2 = (ك + ت) اي ك^2 + ب^2 = ك^2 + ك^2 + ت^2$$

$$(٧) \quad \frac{ب^2 - ت^2}{٢ت} = ب - ت \quad \text{وبالمقابلة} \quad ٢ت ك = ب^2 - ت^2 \quad \text{وك} = \frac{ب^2 - ت^2}{٢ت}$$

ثم لنفرض علو الجبل اية ب د ميلاً واحداً فيكون الخط ا د اي ب حسباً يُعلم من الامتحان ٨٩ ميلاً ثم بالتعويض

$$ب - ت = \frac{١ - (٨٩)^2}{٢} = \frac{١ - ٧٩٢١}{٢} = \frac{-٧٩٢٠}{٢} = -٣٩٦٠ = \text{نصف قطر الارض وقطرها} = ٧٩٢٠ \text{ ميلاً}$$

(١٤) لنا واسطة اخرى لاستعلام قطر الارض قد استعملت منذ قدم الزمان وفي ان نقاس

على سطح الارض درجة من العرض فهوخذ لذلك مكانان احدهما الى شمالي الآخر وعرضها معروف

ولنفرض فضلة عرضها ٣٠' ثم لنفرض المسافة بينها بالتباس ١٠٣٥ اميال ثم لان كل دائرة =

٣٦٠ لنا هذه النسبة

$$٣٦٠ : ٣٠ :: ٣٦٠٠ : ١٠٣٥ = ٢٤٨٤$$

وحسب اقليدس (ق ٩ كتاب ١)  $\frac{٢٤٨٤}{٣٢١٤١٦} = ٧٩٠٩$  فيبان من هذه القيمة المختلفة ان قطر الارض



لا يختلف كثيراً عن ٨٠٠٠ ميل . وبعد مقابلة أدق القياسات قد صحح ان

محيط الأرض ٢٤٨٥٧ ميلاً

والقطر (٢٤٨٥٧ + ١٤١٥٩) = ٧٩١٣٤ ميلاً

ودرجة واحدة من المحيط ٣٦٥٠٠٠ قدم

وثانية واحدة نحو ١٠٠ قدم

القطر الاستوائي ٤١٨٤٨٣٨٠ قدماً

والقطبي ٤١٧٠٨٧١٠ قدماً

وقد اتضح أيضاً ان المحيط الاستوائي ليس بدائرة تامة بل هليجي قطري الأطول = ٤١٨٥٣٨٦٤ قدماً والاقصر = ٤١٨٤٣٨٦٦ قدماً والأطول ماؤه من طول ٢٣°١٤' شرقي الى ١٩٤° شرقي من كينوج وهو أطول من العمودي على ميلان

(١٥) ان الاوهام المستولية على العقل وخاصة من جهة الفوق والاسفل هي من اعظم الموانع لادراك علم الهيئة ولأجل ازالها يجب على المتعلم ان يتصور الأرض في فكره على هيئة كرة مثل نقطة في الكون محاطة بالاجرام السماوية من كل الجهات ولا يتصور الفوق والاسفل إلا بالنسبة الى جهة مركز الأرض أي فوق الى خلاف جهة المركز واسفل نحو المركز

## الفصل الثاني

### في الحركة اليومية والكرات المصطنعة وبعض المسائل الفلكية

(١٦) حركة الاجرام السماوية اليومية الظاهرة من الشرق الى الغرب انما هي حاصلة بالحقبة من دوران الأرض على محورها من الغرب الى الشرق ولو توهم اخراج نصف قطر دائمة خط الاستواء الى المقعر السماوي لرسم بدوران الأرض اليومي خط استواء سماوي والاجرام السماوية تتدأيا كأنها تتحرك في دوائر توازي الدائرة المشار لها ولكل جرير دائمة مخصصة به وتسميت هذه الدوائر دوائر الحركة اليومية كما عرفت وعند ما يتصور في العقل تصوراً جلياً حقيقة حركة الأرض على محورها فحينئذ يجوز استعمال القول للدارج بدوران الاجرام السماوية من الشرق الى الغرب مرة واحدة كل يوم في دوائر توازي بعضها بعضاً وتوازي خط الاستواء أيضاً

(١٧) ان مدة دوران نجم من خط نصف النهار حتى يعود اليه ايضا سي يوما نجميا وهو مدة دوران الارض على محورها مرة واحدة وبالمراقبة نجد هذه الاوقات جميعا متساوية ايا كان القيم المراقب فتكون الايام النجمية متساوية ايتا ويبرهن بذلك ايضا ان النجوم لا تتغير اما كتها بنسبة بعضها الى بعض وهذه الحقيقة مطابقة لكون حركاتها الظاهرة من قبل حركة واحدة حقيقية اى دوران الارض. اما الشمس والقمر والسيارات فاما تدور بالظاهر كالنجوم غير انها لا تعود الى النقطة المعينة من خط نصف النهار في اوقات متساوية كما سنعلم ان شاء الله

(١٨) في الكرة المائلة (حد ٢٠) لا تقطع الدوائر اليومية الاقوى بالتساوي والى جهة القطب المرتفع تكون اكثر من نصف تلك الدوائر فوق الاقوى وبالعكس الى جهة القطب المنخفض فتى كانت الشمس على خط الاستواء يكون الليل والنهار متساويين في جميع الاماكن على سطح الارض لان خط الاستواء والاقوى كسائر الدوائر العظام تنصف احدها الاخرى ومضى كانت الشمس الى شمالي خط الاستواء يكون النهار اطول من الليل في كل مكان الى شمالي ذلك الخط ومضى كانت الى جنوبيه يكون الليل اطول من النهار وبالعكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي وكل ما زاد العرض زاد اختلاف الليل والنهار كما يتضح من النظر الى الكرة الارضية وعلى خط الاستواء هما متساويان ايتا

(١٩) ان الحركات اليومية لا يمكن التعليل عنها الا بدوران الكرة السماوية حول الارض مرة واحدة في كل ٢٤ ساعة او بدوران الارض على محورها مرة واحدة في تلك المدة والظاهر هو المذهب الثاني لاسباب شتى سياتي ذكرها في محالها وهذه الحركة لا نشعر بها لاستمرارها كما اننا احيانا لانشعر بحركة سفينة نركبها بل نراها لنا كأننا ثابتون في مكان واحد وان الاشياح حولنا نحرك الى جهة خلاف جهة حركتنا

(٢٠) اننا ما دمنا في مكان واحد على سطح الارض لا نشعر افقنا بالدوران اليومي لانه يدور معنا فنلترض مقامنا على خط الاستواء عند شروق الشمس فافقنا الحقيقي يمر بالنقطتين ومركز الشمس ثم بدوران الارض من الغرب الى الشرق يوطأ الاقوى تحت الشمس أكثر فاكثر ١٥ كل ساعة فيتراى لنا كأن الشمس تصعد فوق الاقوى هذه المسافة نفسها فيبعد ست ساعات يكون الاقوى قد انخفض تحت الشمس ٩٠ فتكون الشمس فوق رؤوسنا تماما وبعد ست ساعات أخرى تكون الشمس في النقطة الغربية من افقنا ثم يصعد الاقوى فوق الشمس فنحن في عنا وتبقى مخفية ١٢ ساعة الى ان تصل اليها ايضا النقطة الشرقية من الاقوى فيبتدئ نهار آخر

(٢١) ثم لنترض مقامنا عند القطب فسطح افقنا حينئذ يوطأ بق خط الاستواء ويقطع الشمس في مركزها فنراها نحرك في الاقوى نصفها فوقه ونصفها تحت بشرط كون الشمس ثابتة او بالاحرى

بشرط نفي حركة الأرض السنوية حول الشمس ثم ان تقدمت الشمس الى الشمال او الأرض الى الجنوب ترى الشمس تتحرك في دائرة توازي خط الاستواء فوق الافق فيكون بهاراً دائماً وإن تأخرت الى الجنوب او تقدمت الى الشمال تخفى كلها فيكون ليلاً دائماً (٢٢)  
من المفروضين السابقين قد انضمت كيفية الحركة اليومية الظاهرة في كرت قائمة وكرت متوازية ومن ثم يتوصل الى كيفية هذه الحركة في الكرة المائلة فتأمل (حد ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣)

### في الكرات المصطنعة

(٢٤) الكرات المصطنعة نوعان أرضية وسماوية فالاولى صورة الأرض والثانية صورة الجفيع السماوي كما يترايا من الأرض ويُفرض مقام الناظر في مركز الكرة  
(٢٤) في الكرات المصطنعة تقسم منطقة النحاس مقار خط نصف النهار الى الماجرة ويقاس عليها عرض الأماكن على سطح الأرض وميل الأجرام السماوية والافق الحقيقي يقوم مقام الافق الحقيقي ويقاس عليه السموت والسمة وتعين عليه أيضاً البروج والشهور واياها وموقع الشمس في دائرة البروج لكل يوم من ايام السنة  
(٢٥) الدوائر السويعية على الكرة الأرضية تمر بالنطين وعلى السماوية تمر بنقطي دائرة البروج ويقاس عليها العرض الساري والمنطقة النحاسية يقاس عليها ميل الأجرام السماوية كما تقدم  
(٢٦) السباعية دائرة صغيرة مرسومة حول قطب خط الاستواء مقسومة الى ٢٤ ساعة ويدور عليها عقرب فيستعمل بها وقت مرور جرم من نقطة الى اخرى وصعوده المستقيم في وقت ثم ان اقتضى الامر يتحول الوقت الى قوس  
(٢٧) ربع الارتفاع سيرة من نحاس مقسوم الى ٩٠ درجات الكرة التي صنع لها ويستعمل لقياس ارتفاع جرم او سموت وما يشبه ذلك ويصح أيضاً ان يستعمل ثانياً لانه دائرة عظيمة فُرِضت ان متسامة لاني مكان فُرِض  
(٢٨) لكي تدل الكرة على الحقيقة في مكان ما يجب تقويمها لموقع المكان وذلك برفع اقرب القطبين درجاته ثنائيل عرض المكان ويكون حثث خط الاستواء وجميع الدوائر المتوازية على ميلها الحقيقي عند المكان المفروض ثم يتدور الأرضية من الغرب الى الشرق والسماوية بالعكس فتحرك كل نقطة منها على مشابهة حركتها الحقيقية

### (٢٩) مسائل تُحل بالكرة الأرضية

(١) لاستعلام عرض مكان وطوله

أدرك الكرة حتى يقع المكان المفروض تحت منطقة الخامس فترى على المنطقة فوق المكان عرضة وعلى خط الاستواء تحت المنطقة طولة

ما هو طول يروت وعرضها - دمشق - القسطنطينية - باريز .

(٢) مفروض عرض مكان وطولة مطلوب موقعة

أدرك الكرة حتى يقع الطول المفروض تحت المنطقة ثم تحت العرض المفروض على المنطقة نجد

المكان

أي مكان في ٢٩° ع و ٧٧° طغ

حاشية. ان اردت معرفة كم ميلاً يدور موطن مفروض كل ساعة بحركة الأرض اليومية فاستعمل الاميال في درجة من الطول في المكان المفروض واضرب الامال في ١٥ فا كانت فهو الجواب. مثالة لو قيل كم ميلاً تدور حلب كل ساعة لتقول عرض حلب = ٣٦° ١١' تقريباً وفي ذلك العرض ٤٨ ١/٢ ميلاً في درجة من الطول و  $١٥ \times ٤٨ \frac{1}{2} = ٧٢٧ \frac{1}{2}$  ميل في الساعة

(٢) لكي تستعمل بالكرة جهة موطن من آخر والبعد بينها

قوم الكرة لعرض احد المكانين وركب ربع الارتفاع على سمت الراس واجعله يمر بالمكان الآخر ثم في دائرة السموت على الاقوى الخشبي نجد البجته وعلى الربع نجد كم درجة بينها ونحوّل الدرجات الى اميال اعني ادي بفسرها في ٦٩ ١/٢ الى اميال جغرافية بفسرها في ٦٠

ما هي جهة القسطنطينية من دمشق وما هو البعد بينها

(٤) لكي تستعمل فصلة وقت مكانين بالكرة

أدرك الكرة حتى يقع شرقها تحت المنطقة الخامسة واجعل العقرب على ١٢ ثم أدرك الكرة شرقاً حتى يقع المكان الآخر تحت المنطقة فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي المطلوب وإن عُرِف طول المكانين نحل المسئلة بنحويل فصلة طولها الى وقت كما تقدم

مضى كان الظهر في يروت فا هو الوقت في جزائر صندوج

(٥) مفروض وقت مكان ومطلوب الوقت في مكان آخر مفروض

استعمل الفرق بين طولَي المكانين وحوله الى وقت ثم ان كان المطلوب وقتاً الى شرقي الآخر فاضف الفرق الى الوقت المفروض والا فاطرحه منه

ما هو الوقت في كتهون متى كان الساعة التاسعة في يروت

(٦) لاستعلام المتخالفين فصلاً والمتخالفين وقتاً والمتخالفين وقتاً وفصلاً مكان مفروض

قدم المكان المفروض الى المنطقة ثم في نصف الكرة الآخر تحت المنطقة في عرض المكان المفروض

تجد المتحالفتين فصلاً ثم اجعل المغرب على ١٢ وادرس الكرة الى ان يقع المغرب على ال ١٢ الآخر ثم تحت المنطقة على عرض المكان المفروض تجد المتحالفتين وقتاً وفي نصف الكرة الآخر تحت العرض المفروض تجد المتحالفتين وقتاً وفصلاً

تنبيه . المتحالفتون وقتاً يتفقون فصلاً والمتحالفتون وقتاً يتفقون وقتاً والمتحالفتون وقتاً وفصلاً هم في جهات متقابلة من الكرة ويمشون قدماً لقدري

ما الاماكن المتخالفة وقتاً والمتخالفة فصلاً والمتخالفة وقتاً وفصلاً لمدينة دمشق - بغداد

(٧) لاجل تقوم الكرة لكي تدل على موقع الشمس

خذ يومك من الشهر ونجاهة على الافق الخشبي تجد موقع الشمس في دائرة البروج لذلك اليوم ثم عين ذلك المكان من دائرة البروج نفسها وقدمه الى المنطقة وضع المغرب على ١٢ فتكون الكرة على مشابهة حالة الارض في ذلك النهار

قوم الكرة لومك هذا

(٨) مفروض عرض مكان مطلوب من الكرة وقت طلوع الشمس وغروبها ليوم معين في

ذلك المكان

قوم الكرة للعرض وقدم مكان الشمس في دائرة البروج الى المنطقة واجعل المغرب على ١٢ ثم ادر الكرة شرقاً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق الخشبي فالساعة المدلول عليها بالمغرب هي وقت طلوع الشمس ثم ادر الكرة غرباً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق فتكون الساعة المدلول عليها وقت الغروب

اية ساعة تشرق الشمس واية ساعة تغيب في مكانك يومك هذا

(٩) مفروض مكان في المنطقة الحارة مطلوب اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت

الراس

قدم المكان المفروض الى المنطقة وعين عرضه ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تمران تحت ذلك العرض ثم اطلب تلك النقطتين على الافق الخشبي ونجاههما تجد المطلوب في اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت الراس لمدينة مدرس - كويتو - جزيرة مار ميلانة

(١٠) مفروض الشهر ويوم في مكان ليس في احدى المنطقتين الباردتين مطلوب اي يوم آخر من السنة بعدله طولاً

استعلم مكان الشمس في دائرة البروج لليوم المفروض وقدمه الى المنطقة وعين الدرجة من العرض فوقه ثم ادر الكرة حتى تقع نقطة اخرى من دائرة البروج تحت ذلك العرض واطلب تلك

النقطة في الاقنى الخشفي فتمرى تجاهها اليوم الآخر او يدورن الكرة كل يومين على بعد واحد من اطول ايام السنة واقصرها هما متساويان

اي يوم آخر من السنة = ٢٥ نيسان

(١١) مطلوب طول النهار الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتحدة الشمالية

ارفع القطب او اخفضه حتى يقع المكان المفروض تحت النقطة الشمالية من الاقنى وعين بعدئ  
عن القطب على منطقة الخماس وعين هذا البعد ايضاً على المنطقة من خط الاستواء شمالاً ثم ادر الكرة  
وعين التقاطعين من دائرة البروج اللتين تمران تحت الدرجة المعينة واطلبها في الاقنى الخشفي فتعبد  
تجاهها اليومين اللتين فيها يتبدئ النهار الاطول وينتهي في المكان المفروض والايام بينهما في طول  
النهار الاطول في المكان المفروض

ما هو طول النهار الاطول في شمالي جزيرة سبنتسبركن وفي اي يوم يتبدئ وفي اي يوم ينتهي

ما هو طول النهار الاطول عند القطب الشمالي وفي اي يوم يتبدئ وفي اي يوم ينتهي

(١٢) مطلوب طول الليل الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتحدة الشمالية

افعل كما تقدم في العملية السابقة وعدّ الدرجات من خط الاستواء جنوباً ثم العمل كما تقدم

ما هو طول الليل الاطول في الراس الشمالي

قد تشق بعض اهل هولندا في زمبلا الجديدة عرض ٥٦° ٢٠' شمالي في سنة ١٥٩٦ ففي اي

يوم من اي شهر غابت عنهم الشمس وفي اي يوم اشرقت وكما يوماً بقيت غائبة

(١٣) مطلوب عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغرب في مكان مفروض من المنطقة

المتحدة الشمالية

استعمل طول النهار الاطول والليل الاطول في المكان المفروض حسبما تقدم واجمعها واطرح

المجموع من ٢٦٥ فما كان فهو عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغرب كل ٢٤ ساعة في المكان المفروض

كم يوماً من السنة تشرق الشمس وتغرب في الراس الشمالي عرض ٥٦° ٢٠'

الجواب ٢١٥ يوماً

(١٤) مطلوب سعة الشمس في مكان مفروض

قوم الكرة لعرض المكان المفروض واستعمل موضع الشمس في دائرة البروج وادر الكرة حتى يقع

موضعها تحت الجزء الشرقي من الاقنى فتمرى تجاهه سعة الشروق ثم ادرها الى ان يقع مكان الشمس

تحت الجزء الغربي من الاقنى فتمرى تجاهه سعة الغروب

في اية جهة تشرق الشمس وتغرب في مكانك في ٢١ تموز

في مكان في ٢٢ ك ١٨٢٧ في ٢١° ٢٨' عرض جنوبي و ٨٢° طول غربي غابت الشمس في الجنوب الشرقي حسب المحك فكم هو انحراف الامة (١٥) مفروض عرض المكان وبعم الشهر مطلوب الساعتان من النهار فيها تكون الشمس الى جهة الشرق والغرب تماماً

قوم الكرة لعرض المكان واستعلم مكان الشمس في دائرة البروج وقدمه الى المنطقة واجعل المغرب على ١٢ ثم ركب ربع الارتفاع على العرض المفروض وضع طرفه على القطعة الشرقية ثم ادر الكرة حتى يقع مكان الشمس على حد الربع فتكون الساعة المدلول عليها بالمغرب هي التي فيها تكون الشمس الى جهة الشرق وهكذا في الجهة الغربية

في اية ساعة تكون الشمس الى جهة الشرق من مكانك في ٢١ حيران - في ٢١ ك ١

(١٦) مفروض ارتفاع الشمس وقت الظهر وبعم الشهر مطلوب عرض المكان اطرح ارتفاع الشمس من ٩٠ فهكون الباقي بُعد الشمس عن سمت الراس ثم من احد الجداول لميل الشمس استعلم ميلها للوقت المفروض فان كان جنوبياً فاطرحه من الباقي المذكور والا فاضفه اليه فاكان فهو العرض

مفروض في ١٠ آبار ارتفاع الشمس وقت الظهر ٥٠° وهي الى جهة الجنوب من الناطرة فاهو عرض المكان

٩٠° - ٥٠° = ٤٠° = البعد عن سمت الراس

ميل الشمس = ٢٩° ١٧' تنالي

٢٩° ٥٧' = العرض وهو تنالي

### (٢٠) مسائل على الكرة السماوية

(١) لاستعلام ميل جرم سماوي وصعوده المستقيم قدم موضع الجرم الى المنطقة النحاسية فتكون الدرجة فوقه الميل والتي تقابلها على خط الاستواء هي الصعود المستقيم

ما هو ميل السر الواقع وصعوده المستقيم - الطائر - فم الحوت - الفول - رجل الجبار - الشعري البانية - الشعري الشامية - الشمس في حيران

(٢) لتقوم الكرة حتى تدل على هيئة السماء في وقت مفروض قومها لعرض المكان المفروض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وضع المغرب على ١٢ ثم ادر

الكرة غرباً حتى يدل المغرب على الساعة المفروضة فيدل حوتيز على هيئة السماء في ذلك الوقت  
قوم الكرة للدلالة على هيئة السماء في ليلتك هذه في الساعة العاشرة (ب ظ)

(٢) لاستعلام ارتفاع نجم وميوت في وقت مفروض  
قوم الكرة للعرض المكافئ وركب ربع الارتفاع على سمت الرأس واجعله يمر على النجم المفروض  
فيكون جزء الربع الواقع بين النجم والاقصى هو الارتفاع والقوس من الاقصى الواقعة بين المنطقة والربع  
في السموت

ما هو ارتفاع الشعري الجانبية وميوتها ليلتك هذه الساعة العاشرة ب ظ - مرق من المرأة  
المسلسلة - مغريز من الدب الأكبر - كف من ذات الكرسي - الصوق - قلب الأسد - السبله -  
السمالك الرابع

(٤) لاستعلام البعد بين نجمين  
ضع الصفر من ربع الارتفاع على احدهما فتكون النقطة منه الواقعة على الآخر دالة على البعد بينهما  
ما هو البعد بين الفردين - بين نجوم نطاق الجبار  
(٥) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب ارتفاع الشمس وقت الظهر  
قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وعين الدرجات بينة وبين سمت الرأس  
فيكون ممت تلك القوس ارتفاع الشمس في الوقت المفروض  
ما هو ارتفاع الشمس وقت الظهر يومنا هذا

(٦) مفروض الصعود المستقيم لجرم سماوي وميله مطلوب مكانة على الكرة  
قدم درجة الصعود الى المنطقة ثم خذ درجة الميل من المنطقة فيكون موقع الجرم تحتها  
اي نجم له  $29^{\circ} 31'$  صعود مستقيم  $27^{\circ} 52'$  ميل شمالي  
(٧) مفروض طول جرم وعرضه مطلوب موضعه  
ضع صفر من ربع الارتفاع على الطول المفروض في دائرة البروج والطرف الآخر على قطبها  
فترى مكان الجرم تحت العرض المفروض من ربع الارتفاع  
اي نجم له  $16^{\circ} 16'$  من الطول و  $36^{\circ} 12'$  من العرض الشمالي  
(٨) مفروض اليوم والساعة والعرض مطلوب النجوم الطالعة والآتية والواصلة الى خط  
نصف النهار

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة واجعل المغرب على ١٢ ثم ان كانت الساعة  
المفروضة في ظ فأدير الكرة شرقاً حتى يمر المغرب على ساعات تماثل الوقت بين المفروض والظهر



وان كان بطل قادرها غرباً حتى يستقر المغرب على الساعة المفروضة وعلى كلا المحالين تكون  
التجوير الواقعة على الاقترق الشرقي طالعة والواقعة على الغربي آتلة والواقعة تحت المنطقة على خط  
نصف النهار

ما في النجم الطالعة والآتلة الخ في ساعة ؟ فهناك هذه

ما في النجم التي لا تغيب عنك في عرضك

(٩) مفروض العرض واليوم من الشهر المطلوب كم تطلع الزهرة قبل الشمس ان كانت نجم  
الصبح وكم تغيب بعد الشمس ان كانت نجم الغروب

اطلب طول الزهرة وعرضها من الجداول اليومية وعين مكانها على الكرة ثم قدم موضع الشمس  
الى المنطقة فان وقعت الزهرة عن بين الشمس كانت نجم الغروب والآتلي نجم الصبح ثم ان كانت نجم  
الغروب فقدم موضع الشمس الى الاقترق الغربي وضع المغرب على ١٢ وادر الكرة غرباً الى ان تغيب  
الزهرة فبدل المغرب على المطلوب وان كانت نجم الصبح فعكس العمل وهذه القاعدة تصلح لبقية  
السيارات ايضاً

الزهرة آتلي نجم الصبح او نجم الغروب يومك هذا

اية ساعة يطلع المشتري وايه ساعة يغيب - المريخ - زحل - عطارد

تنبيه . ان المسائل الماضية على الكرة الارضية والعاوية هي البعض القليل من مسائل كثيرة  
تحل بها ولا داعي لذكر اكثر منها لان القطن ينتبه اليها من نفسه بعد ما يتقدم قليلاً في علم الهيئة

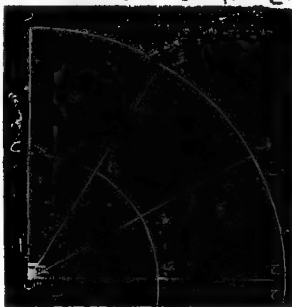
## الفصل الثالث

### في زاوية الاختلاف والانكسار والشفق

(٢١) انتقال ناظر يحدث انتقالاً ظاهراً في المنظورات من الحركة الاختلافية ومقدار تلك  
الحركة في الزاوية الاختلافية فزاوية الاختلاف هي التي تقسمها قوس الاختلاف الظاهر في موقع جرم  
بالسطر اليه من اماكن مختلفة مثالة في شكل ٦ لتكن الأرض س ح الاقترق ح ز ربع دائرة عظمية بين  
الاقترق وسعت الراس وي ف غ ح مواقع القمر مثلاً على درجات مختلفة من الارتفاع فوق الاقترق فان  
ناظرًا اليه من ا على سطح الارض متى كان في ي يراه بين الثوابت في ح وناظرًا اليه من س اي من

مركز الأرض براءً بين القوايت في ح فالتوس ح ح في قياس الزاوية ح ح أي س وفي زاوية الاختلاف وهكذا متى كان عند ف وغ

(٢٢) لسبب الاختلاف الظاهر في مواقع الأجرام السماوية الحاصل من اختلاف الأماكن



قد اعتد علماء هذا الفن ان يحسبوا مكان جرم ذلك الموضع الذي كان يرى فيه لو نظر اليه من مركز الأرض ولنا قواعد لتحويل مراقبات على سطح الأرض الى ما كانت لو صارت من المركز وهي مبنية على معرفة زاوية الاختلاف كما يتضح من الشكل

(٢٣) قد سميت الزاوية أي س

الاختلاف الاتقي وفي زاوية يقابلها نصف قطر الأرض أسه أس وفي المثلث أغ س لنا هذه النسبة أي

فكل ٦

(أ) جيب أغ س : جيب غ أس أو غ از : أس : س غ

وتحويل النسبة جيب أغ س أي جيب الاختلاف =  $\frac{\text{ج غ از} \times \text{أس}}{\text{س غ}}$  وأس كمية ثابتة فتتغير

قيمة هذه المعادلة بتغير الكسر  $\frac{\text{ج غ از}}{\text{س غ}}$  أما زاوية الاختلاف فصغيرة جدًا فيحسب الجيب مساويًا

للقوس فهو ضع القوس عوضًا عن جيبها في المعادلة تصير

(٦) زاوية الاختلاف =  $\frac{\text{ج غ از} \times \text{أس}}{\text{ج غ غ از} \times \text{س غ}}$

أي زاوية الاختلاف تزيد كزيادة جيب زاوية البعد عن سمت الرأس وبالقرب كبعد الجرم عن مركز الأرض فكلما كان الجرم اقرب الى الاتقي كانت زاوية الاختلاف أكبر وكلما بعد عن مركز الأرض كانت اصغر\*

\* للقر زوايا اختلاف أكبر من سائر الأجرام السماوية لسبب قربه إلينا وفي ٥٧ وليس للمجارات زاوية اختلاف أكبر من ٢٠° والفرق بين قوس ١° وجيبها ليس بأكثر من ١٨'' وقد رأينا في المساحة

ثم لما كانت زاوية الاختلاف أع من كجيب البعد عن سمت الرأس فلنفرض  $\phi =$  الاختلاف  
الاقفي وف  $\phi =$  الاختلاف على ارتفاع مفروض فوق الاقفي فلنا

$$\text{ف: ف} = \text{جيب البعد عن سمت الرأس} : \text{جيب } 90^\circ \quad (10)$$

$$\text{وبالتحويل ف} = \frac{\text{ف} \times \text{ج} 90^\circ}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}} \text{ وجيب } 90^\circ = \text{لق} = \text{ا فلنا}$$

$$\text{ف} = \frac{\text{ف}}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}} \quad (11)$$

أي الاختلاف الاقفي = الاختلاف في الارتفاع منسوماً على جيب البعد عن سمت الرأس

افرض س ف  $d =$  (شكل ٦)

$p =$  ص س

$Z =$  ز ص ف

$z =$  ص ف س



$$\text{فلنا جيب } z = \frac{p}{d} \times \text{ج} Z \quad (12) \quad \text{شكل ٧}$$

ان صارت  $Z$  صفراً يصير  $\frac{p}{d}$  صفراً ايضاً وإذا كان الاختلاف صفراً لايه قيمة فرضت للزاوية  
 $Z$  يكون  $\frac{p}{d}$  صفراً ايضاً أي تغير مكان الناظر لا نسبة حثثه بينه وبين بعد الجرم المنظور اليه

(٢٤) نرى ما سبق انه اذا عرفنا زاوية الاختلاف لجرم على ارتفاع ما فوق الاقفي نستعلم  
الزاوية التي يراها قطر الارض رأسها في الجرم وايضاً ان عرف الاختلاف الاقفي نستعلم الاختلاف  
لأي ارتفاع فريض لانه بالمعادلة السابقة

ف  $\phi = \text{ف} \times \text{ج البعد عن سمت الرأس}$  فني انتهى جرم الى سمت الرأس فلا اختلاف له ومعظم  
اختلافه هو اختلافه الاقفي فان وجد بالمراقبة ان اختلاف القمر هو على  $5^\circ$  من سمت الرأس =  
 $4^\circ$  فلنا ج  $5^\circ$  :  $1^\circ 56' 40'' =$  اختلافه الاقفي

(٢٥) يتضح من شكل ٦ ان الاختلاف يربنا جرمًا او طامًا هو حقيقة أي او طامًا ما كان لو  
نظر اليه من مركز الارض الأمي كان في سمت الرأس فني قيس ارتفاع جرم ماوي يجب ان نضاف  
اليه زاوية الاختلاف لكي نعلم ارتفاعه الحقيقي إلا النجوم القوابت التي لا اختلاف لها كما ستري وان قيس  
ارتفاع جرم عند وصوله الى خط نصف النهار يكون له اختلاف في الجبل فقط وقبل وصوله الى ذلك

ان الفرق بين قوس صغير وجيبها لا يعتد به (انظر كتابي في التعاليم صيغة ١١٥)

الخط وبعد ووالو عنه يكون له اختلاف في الميل اي الى جهة القطب وفي الصعود اي الى جهة الاقني  
احدها عوداً على خط الاستواء والاخر على موازاة ونرى ايضاً من الشكل ان الاختلاف يتغير حسب  
بعد الجرم عن مركز الارض وسوف ترى ان جميع الاجرام السماوية تدور في افلاك هليلجية فتكون  
احياناً اقرب الى الارض واحياناً ابعد عنها فيختلف هذا الاختلاف حسب البعد والتركيب وان  
انحسبت الى معرفة هذا الاختلاف فاطلعة من المجنول اليومية للاجرام السماوية المحسوبة لكل سنة  
بفردا اذ لا يمكن ان يصنع لذلك جدول واحد يصلح لكل السنين كما ستعلم غير انه يوضع جدول  
تقريبي لاختلاف الشمس لان زمان بعدها والابعد وبعدها الاقرب في سنين مختلفة لا يتغير اكثر من  
يوم واحد وتغير يوم واحد لا يحسب تغيراً يُشعرو به في اختلافها والاولى ان يؤخذ ذلك من المجنول  
المسوبة اما اختلاف الشمس حسب ارتفاعها فوق الاقني واختلاف السيارات حسب ارتفاعها

وحسب اختلافها الاقني فجدول طوله بالمجدول  
الثالث

وكيفية عمله ان تضرب الجيب الطبيعي للبعد  
عن سمت الرأس في الاختلاف الاقني وعلى هذا  
السييل نستعمل الاختلاف للدرجات من الارتفاع  
غير المذكورة في المجنول  
(٢٦) فلنذكر الآن كيفية استعمال الاختلاف

الاقني للقمر



شكل ٨

لكن اوب (شكل ٨) مكانين على سطح الارض

تحت خط واحد من خطوط نصف النهار وليكن احدهما في شمال اوربوا والاخر في رأس الرجاء  
الصالح وعرض كل منهما معروف فيعرف من ذلك القوس اب والزواية اس ب فليراقب القمر  
من المكانين معاً فنجد م ورو بالمهاجرة براءة المراقب اعني والبعد عن سمته = زاوية زاي والمراقب  
ب براءة عند ي والبعد السمتي = زب ي فيعرف م ثم شكل واحدة منها اي ماس مربس ثم في  
المثلث المتساوي الساقين اس ب استعمل الزواية ا والزواية ب والضلع اب واطرح احداهما من ماس  
مربس تبقى م ب ا ماب اما اب فعروف فيستعمل ام وبسم ثم في المثلث امس لنا الزواية عند اوام  
واس فتستعمل امس وفي الاختلاف لمقام عند ا وللبعد السمتي زاي

وان لم يكن المراقبان على هاجرة واحدة

فلنفرض ٥ = تغير البعد السمتي بين تكبدتين

٨ = فرق الطول بين الماجرتين

٩ = تغير البعد السمي في المروز من هاجرة الى هاجرة فلنا

$$(١٣) \quad \frac{8 \times 8}{34} = 8 : 8 :: 8 : 34$$

ان كان البعد السمي تحت زيادة في المقامر الشرقي يضاف ٩ الى البعد السمي في ذلك المقام  
والا فيطرح فهو البعد الذي للراقب على المقام الغربي

وعلى هذه الكيفية استعمل لاكايل ولا لاند الفريسيان ان اختلاف القمر الاقني وكان الواحد منها  
في راس الرجاء الصالح والاخر في برلين وهكذا استعمل ايضا اختلاف المربح بمراقبة لاكايل في راس  
الرجاء الصالح وورجنين في استوكهولم

(٣٧) اختلاف الشمس الاقني لا يستعمل بهذه الوسيلة لمسب بعد ما وصغر زاوية اختلافها بل  
يستعمل بمراقبة عبور الزهرة على وجه الشمس وسما في الكلام بذلك في موضعه

(٣٨) ان معرفة الاختلاف الاقني لجورجاوي امر معتبر اذ يستعمل بعد الجرم عن مركز  
الارض مثاله ان عرفنا الزاوية ايمس (شكل ٦) ونصف قطر الارض معروف فلنا في المثلث ايمس  
زاوية قائمة عند ا (وان لم تكن قائمة في الشكل) وفيه الزوايا والضلع اس فنستعمل بالسهولة الوتر  
س ي ايم بعد الجرم عن مركز الارض

تبيه . اختلاف الشمس الاقني لا يزيد عن ٩ واختلاف بعض السمات اقل من ذلك

### في الانكسار

(٣٩) قد راينا ان الاختلاف ينخفض ارتفاع الاجرام السماوية الظاهروا الانكسار فزيد

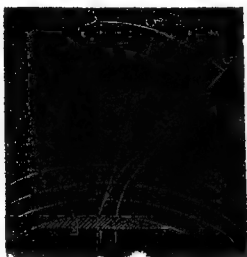


شكل ٩

ارتفاعها الظاهر وهو ينزل في البينة  
والقريبة على حذر سواء لانه يحصل من  
انكسار شعاع النور الواصلة الى العين  
بواسطة مرورها في كرة الهواء فلنفرض كرة  
الهواء مركبة من صفائح منضقة مثل ١١  
بسبب س س س دد (شكل ٩) ونعلم ان  
الهواء يزداد كثافة كلما اقترب الى سطح  
الارض وبالنسبة تزيد قوة انكسار الشعاع

فليكن ن تقام وتنفذ منه شععة ن ك وتدخل الهواء عند آ فتعكس الى جهة أي وعند ب اذ

يكون الهواء قد زاد كثافته تنكسر الى جهة ب ف وعند س الى جهة و فترايا النجم في جهة وس اي عند ن ويكون مرور الشععة على قوس دائمة من أ الى ب



(٤٠) متى كان جرم ماوي في سمت الراس  
تقع الشعاع منه عمودية على مسكة الهواء فلا تنكسر  
ويكون الانكسار على معضو متى كان الجسم في الأفق  
وإذا كان مقداره متعلقا على نوع ما بكثافة الهواء  
فيزيد أو يقل بالنسبة الى كثافة الهواء وهي تختلف  
باختلاف الحرارة والعلو فيختلف الانكسار باختلاف  
البارومتر والثيرمومتر

(٤١) لنفرض (شكل ١٠)  $r = \text{زَاو}$  = البعد عن سمت الرأس المعروف بالرصد

ر = ص اص - الانكسار لذلك البعد عن سمت الرأس

ع - طوارزىق فى البارومتر

ح = حرارة الهواء بالترمو متر

ت = مستی تمدد الهواء لكل درجة فارنهایت

ب = مسی تمدد الزینق لكل درجة فارنهایت

فحسب عبارة لثروالمعتد عليها الآن

$$X^{0.012017-1} \times \text{ماس} \times \frac{X(0.012017-1)+1}{X(0.012017-1)+1} \times \frac{2}{20} X^{0.012017-1}$$

$$(14) \quad \left( \frac{z^2 + 2}{n z} \right) \times 0 \dots 139 + z \text{ فاصلہ}$$

ويجوز ترك الضلع الاخير من هذه العبارة الا اذا كان البعد السمعي كثيراً. متى كان ع = ٢٠

وح - ٥٠ نصير العبارة بعد ترك الضلع الاخير

(١٥)  $A = (0.013017 - 1) \times 10^8 = -8.6983 \times 10^6$  معدل

المحاصل من هذه العبارة مها كانت قيمة زسئي معدل الانكسار اي ما كان لو كان الباريومتر

على ٢٠ والدرمومتر على ٥٠

ولغير ذلك من البارومتر والترمومتر

$$(16) \quad r = \frac{X(100 - h) + 1}{X(100 - h) + 1} \times \frac{e}{100} \times A$$

$$(17) \quad \text{وبالانساب نسب ر} = \text{نسب A} + \text{نسب } \frac{e}{100} + \text{نسب } \frac{X(100 - h) + 1}{X(100 - h) + 1}$$

وبافتراض قيمة  $r$  مختلفة بين صفر و  $90^\circ$  وح بين  $28$  و  $31$  قيراطاً وح بين  $80$  و  $2^\circ$  ف  
تُحسب انساب هذه الكميات وتُقيد في جدول للاستعمال تحت اسم  $Z$  و  $e$  و  $h$  (انظر الجدول  
الرابع والخامس والسادس)

وإذا جُويلت  $r$  تختلف بين  $75$  و  $90^\circ$  وح  $30$  وح  $50$  يُحسب جدول آخر للانكسار بقرب  
الاقص غير أنه إذا زاد البعد السمي عن  $80$  قلما يعتمد على جدول الانكسار لانه حينئذ لا يتوقف  
على حال الهواء من جهة الكثافة والحرارة

مثال . بعد جرم عن سمت الرأس بالرصد  $26^\circ 36' 00''$  والبارومتر  $29^\circ 76'$  قيراطاً  
والثيرمومتر  $43^\circ$  ف مطلوب الانكسار

باجدول الرابع معدل الانكسار نسب  $2^\circ 26' 09''$

" الخامس البارومتر  $29^\circ 76'$   $1^\circ 19' 60''$

الثيرمومتر  $43^\circ$   $0^\circ 06' 68''$

$$2^\circ 26' 09'' - 1^\circ 19' 60'' = 1^\circ 06' 49''$$

$26^\circ 36'$

البعد بالرصد

$2^\circ 06' 49''$

الانكسار

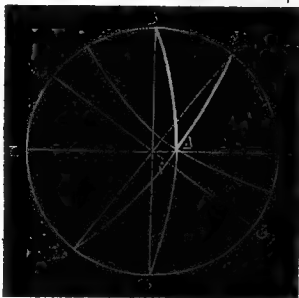
البعد الحقيقي عن سمت الرأس  $26^\circ 36' 28''$

(٤٢) لننظر الآن الى كيفية استعمال الانكسار من رصد الاجرام السماوية ولنفرض مقامنا في  
عرض شمالي  $48^\circ$  او  $50^\circ$  او  $60^\circ$  حيث يمر بعض نجوم دائرة الظهور الدائم في سمت الرأس ولننص  
بعد جرم منها عن القطب متى كان في سمت الرأس ثم بعدئذ من القطب متى كان على خط نصف  
النهار تحت القطب فلولا الانكسار لكان الارتفاع متساوياً ومن جراء الانكسار يكون البعد الاسفل  
اقبل من الاعلى والفرق بينهما هو الانكسار لدرجة ارتفاعه فوق الاقصر عند تكبيره الاسفل

مثالة . في مدينة باريز  $48^\circ 50'$  عرض شمالي كان نجم على خط نصف النهار في سمت  
الرأس مثلاً فكان بعدئذ عن القطب إذا  $41^\circ 4'$  لان سمت الرأس لباريز  $48^\circ 50' - 50' =$   
 $41^\circ 1'$  و  $41^\circ 1' - 6' = 41^\circ 4'$  ولما كان على خط نصف النهار تحت القطب كان بعدئذ عنه

٤٠'٥٧'٣٥" اطرحها من ٤١'٤١" يبقى ٢٥'٦" وهو الانكسار لارتفاع ٤٦'٧" اي ٤٨'٥٠" - ٤١'٤١" فان كثرت قياسات نظيره في أماكن مختلفة نجد الانكسار لدرجات مختلفة من الارتفاع ومن ذلك نستنتج قاعدة تنص على ان الانكسار يزداد مع الارتفاع

(٤٢) لنا واسطة اخرى لاستعلام الانكسار وهي هذه. ليكن ف (شكل ١١) القطب ويقي خط الانسواء ز عرض مكان فن مقامك في ز قس ارتفاع الشمس اوجرم آخري ملة معروف ولنرضه عندك مثلاً فن ارتفاعاً والزمن من النهار م عين وقت وصوله الى خط نصف النهار لمكانك ز



فصل ۱۱

مقالة. في النهار الاول من شهر آيار سنة ١٢٣٨ في ٥.٠٠ صباحا في مدينة باريز عرض ٤٨  
١٠.٠٠ ثنائي وجد الفيلسوف كاسيني ارتفاع مركز الشمس ١٤.٠٠ وكان قطبها وشمس ٢٥.٠١  
ثنائي فما هو الانكسار

بحساب المثلثات الكروية نستعمل الضلع  $\alpha = 81^{\circ} 10'$  فكان الارتفاع المحفني  $52^{\circ} 49' 4$  ثم أضف الاختلاف  $6'$  الى الارتفاع الظاهري  $14^{\circ} 00'$  يصير  $22^{\circ} 00'$  وأطرح منه الارتفاع المحفني أي  $52^{\circ} 49' 4$  بقى  $31^{\circ} 10'$  وهو الانكسار عند  $14^{\circ} 00'$  من الارتفاع الظاهر

(٤٤) ترى بين هذا الانكسار والمذكور في الجدول للارتفاع المفروض فرقاً وربما حصل من عدم التدقيق في معرفة الاختلاف في ذلك الوقت وقد فصلناه هذا العمل فنرى مقدار الانكسار على موجب ما فصلناه هنا اقرب الى الجدول من المذكور اعلاه. في الثلث اب س (شكل ١٢) مفروض منم العرض اس =  $50^{\circ} 9' 41''$  ومنم المائل اب =  $35^{\circ} 59' 74''$  والزوايا  $\angle 6 = 40^{\circ}$   $\angle 10 = 100^{\circ}$  كما لها ٨٠ من س احدى الزوايا المجهولة ارس س د عمودياً على اب بعد اخراجه ثم بحساب المثلثات الكروية





شكل ١٢

لُحى : ن ج ا : ماس اس : ماس اد اصف اد الى اب فلنا بد ثم قل

ن ج اد : ن ج بد : ن ج اس : ن ج بس

ثم لاستعلام اد

$$\text{ن ج ا} = 100 = 80.64 = 2^{\circ} 32' 28''$$

$$\text{ماس اس} = 50.64 = 2^{\circ} 41' 71''$$

$$2^{\circ} 18' 1441'' = \text{ماس اد} = 8.67.8$$

$$\text{اد} = 8.68.8$$

$$\text{اصف ل ا ب} = 74.59.35$$

$$83.67.33 = \text{بد}$$

لاستعلام بس

$$\text{ن ج بد} = 33.67.83 = 0.454.4$$

$$\text{ن ج اس} = 50.64 = 2^{\circ} 41' 71''$$

$$18.62.101$$

$$\text{اطرح ن ج اد} = 8.67.8 = 2^{\circ} 49.0.52$$

$$8.62.84 = \text{ن ج بس} = 3.6.85$$

$$\text{اطرحه من } 9.0.0$$

$$3.6.85$$

$$4.0.0 = 57.00 = \text{الارتفاع الحقيقي}$$

ثم ان اختلاف الشمس في ايار = 8.50

اصح بذلك الارتفاع الظاهر 0.0.14

الاصلاح للاختلاف = 8.47

$$0.0.0 = 22.47 = \text{الارتفاع الظاهر بعد الاصلاح للاختلاف}$$

$$4.0.0 = 57.00 = \text{اطرح الارتفاع الحقيقي}$$

$$9.0.0 = 25.47 = \text{الانكسار}$$

وذلك يوافق ما في الجدول تقريباً

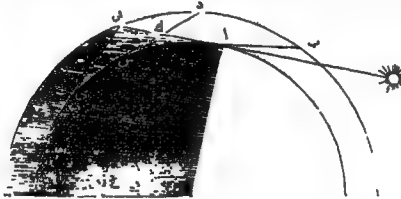
اما زيادة رطوبة الهواء او قلتها فلا تعمل في الانكسار لان الرطوبة تزيد لطافة الهواء بنفس ما

- تزيد قوة الانكسار فيقال الانكسار بالطاقة بقدر ما يزداد بالرطوبة
- (٤٥) بواسطه نظير ما ذكر نستعلم الانكسار لكل درجة من الارتفاع الظاهر ومتى قمس ارتفاع جرم سماوي يجب اضافة الاختلاف اليه وطرح الانكسار منه لعلم الارتفاع الحقيقي ويجب ايضاً مراعاة حال البارومتر والترمومتر لكي يعرف الانكسار بالتدقيق
- (٤٦) نرى من الجدول ان الانكسار في الافق  $= 24'$  تقريباً ولكن قطر الشمس وقطر القمر هما اقل من ذلك فيظهر ان لنا صباحاً قبل طلوعها ومساءً بعد غروبها حقيقة
- (٤٧) نرى الشمس احياناً كثيرة متى كانت في الافق تنغير عن هيئة الاستدارة وتصبح هليجية خاصة اذا كان على وجهها غيوم رقيقة بوجودها نستطيع ان نؤكد هيئة الشمس وسبب ذلك انما هي الانكسار لان الجزء الاسفل من الشمس يرتفع بالانكسار اكثر من الجزء الاعلى منها لزيادة الانكسار بقرب الافق فينصرف قطرها القائم ويطول قطرها الافقي وهذا التغير ظاهر في الجبال اكثر من السهول لزيادة ميل وقوع الشعاع على كرة الهواء في الجبال وفي ايام البرد اكثر من ايام الحر لزيادة كثافة الهواء بالبرد فتزداد بذلك قوة تكسر الشعاع وقد شوهد قصر القطر القائم  $6'$  أي  $\frac{1}{6}$  القطر كلو في بعض الاماكن العالية الباردة جداً ينصرف اكثر من ذلك
- (٤٨) يترى لنا احياناً كأن الشمس والقمر وهما في الافق اكبر منها عند وصولها الى الماخرة مع انها اقرب اليها اذا كانا على خط نصف النهار فكان يُظن انها يظهران اكبر عند ذلك ولا يقاس فرقاً بين قطر الشمس في الوقتين باق القياسات ولكن الفرق ظاهر في القرائد يرى قطر على خط نصف النهار اطول منه في الافق نسب ظهورها عند الافق اكبر فيضع من النظر الى حكم المحواس بالاشباح الارضية لاننا نحكم على بعد جرم وبالنسبة على مقدار وليس فقط من زاوية النظر بل ايضاً من كثرة الاشباح الواقعة بين العين والشيء المنظور او قلها ومتى كان الشمس او القمر في الافق يقع بينها وبين العين اشباح كثيرة فحكم بانها ابعد عنا وتنسب لها جرمًا اكبر بالنسبة الى ذلك والامر خلاف ذلك متى كانا على خط نصف النهار ويبرهن ذلك من انه اذا نظرنا اليها من وراء زجاجة مدخنة لا نرى فرقاً في قطر احدهما في الوقتين

### في الشفق

- (٤٩) يراد بالشفق النور بين الفجر وطلوع الشمس وبين غروبها والعمق ومقدار منه حاصل من الانكسار كما تقدم واكثره من الانعكاس لانه متى كانت الشمس اقرب من  $18'$  الى الافق قبل طلوعها او بعد غروبها يصل اليها شيء من نورها ولا يكون ذلك الا من الانعكاس
- ليكن اب (شكل ١٢) افق ناظر مقامه عند ا وش ش شعة من الشمس متى كانت تحت

الافق درجتين او ثلاث درجات فالناظر عند ا يرى القطعة من الهواء ابش مضيقه والناظر عند س افقة س د لا يرى سوى قطعة دكش مضيقه والناظر عند ي افقة ي ش لا شفق له



شكل ١٣

(٥٠) قد تقدم ان الشفق يتبدى صباحاً وينتهي مساءً عند وصول الشمس الى ١٨ تحت الافق وقد عرّفنا هذا الحد من مراقبة الوقت بين الغياب ولول ظهور النجوم الصغار في جهة الشفق وهو ساعة واحدة و ١٢ دقيقة = ١٨ هذا عند خط الاستواء حيث تكون جميع الدوائر اليومية عمودية على الافق وعند القطب يبقى الشفق طالما كانت الشمس اقرب الى خط الاستواء من ١٨ وميل الشمس لا يزيد عن  $23^{\circ}27'47''$  فتكون ظلة كاملة عند القطب في مدة مرور الشمس على  $0^{\circ}27'27''$  ميلاً قبل وصولها الى المدار وبعد ان اضعف الى ذلك الانكسار وطرح الاختلاف لا يبقى سوى ٢٠ يوماً ظلة كاملة عند القطب فيكون الانتقال من بهار الى ليل ومن ليل الى بهار شيئاً فشيئاً مدة طويلة ثم في الكرة المائلة اي بين خط الاستواء والقطب يطول وقت الشفق بالنسبة الى بعد المكان عن القطب المرتفع

(٥١) نرى في قوة الهواء لتكسير النور وتعكس شيئاً من حكمة الخالق ورحمته لانه لولا ذلك لما امكننا ان نرى شيئاً الا ما وقع عليه نور الشمس نفسه ولكانت ظلة دائمة كلما جلسنا تحت ظل او كما احببت الشمس عنا بسحابة ولا تنقلنا من بهار الى ليل ومن ليل الى بهار بفتح. وفي اماكن مرتفعة حيث الهواء لطيف وقوته على التعكس قليلة يبرى لون الفلك مسوداً وحيثما تظهر النجوم بالتهار

### مسائل على الكرة

لاستعلام ببدء الشفق ونهايته في مكان مفروض ليوم مفروض  
استعمل ميل الشمس للوقت المفروض وارفع القطب العالي او الجنوبي حسب كون الميل شمالاً او جنوباً وركب ربع الارتفاع على درجة ميل الشمس ثم قدم المكان المفروض الى المنطقة الخامسة وضع المقرّب على ١٢ ثم ادر الكرة شرقاً حتى يقع المكان تحت الافق فيدل المقرّب على وقت الغروب

ثم ادرها ايضاً الى ان يصير المكان ١٨ تحت الافق حسب ربع الارتفاع فيدل المغرب على وقت انتهاء الشفق مساءً وبالعكس يُعرف بداية صباحاً

كم يوماً بيني الشفق طول الليل في لندن - في بطرسبرج  
هل يمكن ان يدوم الشفق من الغروب الى الشروق في عرض القسطنطينية  
كم يوماً بيني الشفق عند القطب

(٥٢) اننا بواسطة الشفق نستعمل طوكرة الهواء او بالاحرى ذلك الجرم من كرات الهواء الذي تكفي كثافته لتعكس النور الينا بما يُشعر به

ليكن س (شكل ١٤) مركز الارض وومقام ناظر على سطحها و ص ح جهة وقوع الشعاع عند آخر الشفق اسبه متى جعلت مع الافق ح س ص = ١٨ فيكون اعلى كرة الهواء الذي منه يأتي



شكل ١٤

الشفق في الافق عند ح و ص ح ماس لسطح الارض ثم ان رُسِمَ نصف القطر س و والقاطع س ح تكون الزاوية و س و = ح س ص = ١٨ والزاوية ح س و = ٩ وقاطع ؟ حسب الجداول = ١٠١ ان ح س ب نصف القطر واحداً. اطرح من القاطع س غ اي ابقى ١٠١ من نصف قطر الارض فان حسبنا القطر ٧٩١٣٤ ميلاً نصفه = ٣٩٥٦٣ + ١٠٠ = ٣٩٦٥٦ ميلاً

اي علو كرة الهواء غير ان فعل كرة الهواء في الخسوف واشتعال النيازك يدل على وجود هواء على علو ٥٠٠ ميل من سطح الارض وان كان على غاية اللطافة

## الفصل الرابع

### في الوقت والحساب السنوي

(٥٣) الوقت مقدار من الدهر ويقاس بكل ما يقسم مقداراً من الدهر الى اجزاء متساوية كخطران رقاص او ساعة رملية وما يشبه ذلك

(٥٤) القياس الاصلي للوقت هو زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة وهو واحد ابداً كما علم من ادق المراقبات و زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة يتعين بدوران نجم من المجرة

الى ان ينتهي اليها ايضاً وقد سميت تلك البرهة يوماً نجمياً وانقسم الى ٢٤ ساعة نجمية ومن الملاحظات في عصور مختلفة من اماكن كثيرة قد تأكد ان هذه المدة متساوية ابداً

(٥٥) الوقت الشمسي يُحسب من دوران الشمس الظاهر من الملاحظة الى رجوعها اليها ايضاً فلو كانت الشمس ثابتة لمكان الوقت الشمسي والشمسي واحد اما الشمس فتنتقل شرقاً ٢٦٠ في ٢٤ يوماً اي درجة واحدة تقريباً كل يوم وبالتدقيق ٥٩' ٢٥" اي الارض تكل دوراتها السنوي في ٢٦٥ يوماً ٥ ساعات ٤٨ دقيقة ١٦ ثانية

$$\begin{array}{r} ٢٦٥ \\ \hline ٢٦٥ \text{ يوماً } ٥ \text{ ساعات } ٤٨ \text{ دقيقة } ١٦ \text{ ثانية} \\ \hline ٨' ٢٥' ٥٩'' \end{array}$$

اي في مدة دوران الارض مرة واحدة على محورها تكون الشمس قد انتقلت من خط نصف النهار نحو الشرق فيبقى مقدار ذلك التقدم للارض ان تدور قبل وصول الشمس الى خط نصف النهار ايضاً اي ان تدور الشمس بالظاهر لاجل انعام يوم شمسي ٢٦٠ ٥٩' ٢٥" ثم ٢٦٠ ٥٩' ٢٥" ٥٥' ٩٢' ٢٤ :: ٨' ٢٥' ٥٩" ٥٥' ٩٢' ٢٤

اي زيادة اليوم الشمسي على الشمسي او بالتدقيق ٢ ٩١' ٥٥" اي كسبة ١ ٢٧٣٧٩٠٠ فيبقى للوقت الشمسي الاوسط الى وقت غمي اضربه بالعدد المشار اليه اي ١ ٢٧٣٧٩٠٠ وان حسبنا اليوم الشمسي ٢٤ ساعة يجب ان نحسب اليوم الشمسي ٢٤ ٩١' ٥٥" وقد جرت العادة ان يُحسب اليوم الشمسي ٢٤ وان نُطرح الفصلة المذكورة من اليوم الشمسي فيبقى ٢٣ ٥٦' ٩٠" ٤

(٥٦) لو كانت حركة الشمس في دائرة البروج على التساوي ابداً لكانت الفصلة المذكورة هي الفرق بين اليوم الشمسي والشمسي ابداً ولكن الشمس تارة تبطو واخرى تسرع كما سيأتي بيانه والاقواس من خط الاستواء ومن دائرة البروج الواقعة بين خطين من خطوط نصف النهار ليست متساوية كما سيأتي شرحه والمدة بين انتقال الشمس من خط نصف النهار الى ان تعود اليه في وقتاً ظاهراً وهذه الازمنة غير متساوية كما ذكر فتكون الايام الشمسية غير متساوية

(٥٧) ثم لكي نحصل على قياس ثابت للوقت تنوم همة نفكر على خط الاستواء على التساوي فتكون المدة بين انتقالها من خط نصف النهار حتى تعود اليه ايضاً معدل طول الايام الشمسية في مدار السنة وشمي الوقت الاوسط وهذه الشمس الوهمية تارة تسبق الحقيقية واخرى تتأخر عنها كما سيأتي بيانه فلا يمكننا ان نعرف الوقت الاوسط من مراقبة الشمس الوهمية بل نعرف الوقت الظاهر من مراقبة الحقيقية ثم ان حسبنا كمية تقدم الوهمية على الحقيقية وتأخرها عنها اتضاف الى الوقت الظاهر ونطرح منه فلنا بذلك الوقت الاوسط وقد سمي هذا المضاف وهذا المطروح معادلة الوقت

ليكن ق (شكل ١٥) القطب و قم قوساً من خط نصف النهار و كم قوساً من خط الاستواء  
و لكي قوساً من دائرة البروج و ك الاعتدال الحقيقي و د الاعتدال الاوسط و ر الاعتدال الاوسط



شكل ١٥

محوراً الى خط الاستواء و ن الشمس الحقيقية و ش الشمس  
الوهمية فهكون مرقش الوقت الظاهر الشمسي و مرقش  
الوقت الاوسط الشمسي و كش الصعود المستقيم للشمس  
الحقيقية و ك ر معادلة الاعتدال في صعود مستقيم

افرض ع = ش ش = معادلة الوقت

" ص = كش = ص مستقيم للشمس الحقيقية

" ط = ر ش = طول الشمس الاوسط

" ق = ك ر = معادلة الاعتدال في صعود مستقيم

فلنا من الشكل

(١٨)

ع = ص - (ط + ق)

اي معادلة الوقت تعدل صعود الشمس المستقيم الاً يجمع طول الشمس الاوسط مع معادلة  
الاعتدال في صعود مستقيم

اذا كان صعود الشمس المستقيم اكثر من الطول الاوسط بعد اصلاحه بمعادلة الاعتدال تضاف  
معادلة الوقت الى الوقت الظاهر لاجل معرفة الوقت الاوسط و الاً فتطرح منه

نتيجه . يجب ان يميز بين اليوم الاعنيادي المحسوب من نصف الليل الى الظهر ١٢ ساعة ومن  
الظهر الى نصف الليل ١٢ ساعة و اليوم عدد علماء الهيئة فانه محسوب من الظهر الى الظهر ٢٤ ساعة  
مقالة اليوم الاول من كانون الاول الاعنيادي يبتدئ من نصف الليل و اليوم الثاني من نصف  
الليل الثاني و عند علماء الهيئة يبتدئ الظهر و الثاني يبتدئ في اليوم الثاني الظهر فلو قيل ١٢ يوماً من  
شهر حساب اعنيادي ل قيل ١٢ يوماً ١٢ ساعة حساب فلكي و لو قيل ١٥ يوماً ٦ ساعات حساب  
اعنيادي ل قيل ١٤ يوماً ١٨ ساعة حساب فلكي فيكون الفرق بينهما ١٢ ساعة اي فائتبه

(٥٨) ان الساعات غالباً تضبط للدلالة على الوقت الاوسط وليس لنا دليل طبيعي على  
ذلك كما لنا على الوقت الظاهر فيجب ان نعرف معادلة الوقت الواجب طرحها من الظاهر او  
اضافتها اليه للحصول على الوقت الاوسط فلنفرض ساعتين احدهما حافظة الوقت الظاهر والاخرى  
الاوسط فالفرق بينهما هو معادلة الوقت و الاولى تارة تتقدم واخرى تتأخر عن رفيقتها ومعظم  
الفرق بينها ١٦' ١٧" يقرب اليوم الثالث من تشرين الثاني وتوافقان اربع مرات كل سنة اي يقرب

١٥ نيسان و٤ حزيران و٢٤ آب و٢ كانون الاول وهذه الاوقات تتغير قليلاً لسبب تغير وقت وصول الشمس الى نقطة الراس ونقطة الذنب لانها تتقلان كل سنة من الغرب الى الشرق  $١١^{\circ} ٧٧'$  في مضي الادوار لا تكون الشمس على اسرع حركتها في اول كانون الثاني كما هي الآن فتتغير ايضاً اوقات اتفاق الساعين المشار اليها

(٥٩) ان التفاوت بين الايام الشمسية لثلاثة علقان احدها عدم مساواة حركة الارض في دوراتها السنوي كما سبق في الاشارة اليه والاخرى ميل سطح دائرة البروج على سطح دائرة خط الاستواء ولا تكون حركة الارض حول الشمس غير متساوية وذلك من كون فلكها هليسياً فتكون



شكل ١٦

حركتها بين الاعتدال الخريفي والرعي اسرع من حركتها بين الرعي والخريفي والفرق بين المديتين هو ٨ ايام تقريباً وبالتدقيق ١٧ ايام  $١٧^{\circ} ١٧'$  وذلك ينقص من شكل ١٦

لكن شمس الشمس واي ب طرف الارض حول الشمس واما موضع الارض وفي في نقطة الراس وب مكانها وفي في نقطة الذنب وي ي في مواقع مختلفة للارض في فلكها بين البروج كما كانت تدلوا لو نظرت اليها من

الشمس فيكون كانت عند ي مثلاً قبل انما في برج الحمل وفي حركتها من ي الى ي تمر في برج اشور الى برج الجوزاء وتمر الشمس في الميزان والمغرب والرامي الخ لناظر اليها من الارض وحركة الارض من الحمل الى الميزان اسرع من حركتها من الميزان الى الحمل كما سيأتي بيانه وفي هذا العصر في في نقطة الراس متى كانت في برج السرطان اي  $٢٩^{\circ} ٣٠'$  من الاعتدال الرعي وتمر الارض بذلك البرج في اوائل كانون الثاني

(٦٠) هذا من جهة عدم مساواة حركة الارض في طريقها حول الشمس ولو كانت تلك الحركة متساوية لما حصل من ذلك تساوي الايام الشمسية لان الوقت انما يحسب على خط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج اي طريق الارض حول الشمس مائلة على خط الاستواء فلو تحركت الارض بالتساوي في دائرة البروج لكانت تقطع اقواساً غير متساوية من خط الاستواء كما ترى من

الكرة أن اقواس الطول واقواس الصعود المستقيم هي تارة غير متساوية واخرى متساوية ويوضح ذلك ايضاً من شكل ١٧ لكن حمل ميزان خط الاستواء وحملت ميزان دائرة البروج وفيه دافرتين من دوائر نصف النهار تلاقيان الشمس في ص وص فالقوس حمل ص < حمل ي وحملت = حمل ت لان كل واحدة منها ربع دائرة اي ٩٠ وحمل ص مختلف = حمل ي ميزان لان كل واحدة منها ١٨٠ اي نصف دائرة



شكل ١٧

وص ميزان < ي ميزان فتكون حمل ص > حمل ي اي اقواس الطول احياناً اطول من اقواس الصعود المستقيم واحياناً اقصر منها واحياناً متساوية لما فكان يختلف اليوم الشمسي من ذلك ولو كانت حركة الارض على التساوي

(٦١) نرى ما سبق انه اذا عرفنا الصعود

المستقيم للشمس الحقيقية والوهمية يكون الفرق بينهما

بعد تحويله الى وقت معادلة الوقت فنطرح متى سبقت الحقيقية ونضاف متى سبقت الوهمية وقد تقدم ان زمان اسرع حركة الارض بغيره لئلا كل سنة فتتغير هذه المعادلة كل سنة ويعدل في تغيرها حركة الارض سميت الكيو فلذلك لا يمكن ان توضع معادلات الوقت في جدول عام لكل السنين كما فعل في الاختلاف وغيره بل يقتضي ان تتناول هذه المعادلة من الجداول السنوية ان ضبط الساعات على المغرب غير ممكن للأسباب المذكورة آنفاً ولا يمكن ان تضبط ساعة للوقت الظاهر مما كان الخطأ المعول عليه لانه يقتضي لما ان تسرع تارة وتبطو اخرى بل الأولى ضبط الساعات للوقت الاوسط

في فرنسا كان الاعتقاد على الوقت الظاهر الى سنة ٨١٦ ولم تنفق ساعتان من ساعاتهم وقتاً. حكى الفيلسوف اراكو قال اخبره مرة الفيلسوف الشهير معلم الهيئة دي لامبر انه كثيراً ما رأى ساعات الابنية المشاعة تختلف ٣٠ دقيقة بعضها عن بعض وعند ما قصدوا التغير من الاعتقاد على الوقت الظاهر للاعتقاد على الوقت الاوسط لم يرش رئيس ضباط باريس ان ينجم الامر بذلك خوفاً للعيان بين الشعب ولكنه لم يحدث شيء من ذلك ولم ينس احد أكثر من الساعدين لانه على الترتيب القديم لم يمكن ان يضبطوا الساعات فكانوا دائماً تحت لوم المشتريين ولم يستطيعوا ان يتعوه بان العلة في الشمس ولا في ساعاتهم



(٦٢) ان استعملنا الوقت من مراقبة الشمس بواسطة وقوع خيال جسم عمودي على سطح الافق على خط مرسوم شالاً وجهاً يكون لنا من ذلك الوقت الظاهر ثم نحوله الى وقت اوسط باضافة معادلة الوقت او طرحها حسب مقتضى يوماً

(٦٣) ان عند علماء الهيئة نوعاً آخر من الوقت نبي الوقت النجمي وهو محسوب من لحظة وصول الاعتدال الربيعي الى الماجرة وتُحسب من ٠ الى ٢٤ ساعة فلو قيل مثلاً ان جرماً يطلع او يغيب او يصل الى خط نصف النهار في الساعة الثالثة من الوقت النجمي لكان المراد ان ذلك يحدث ثلاث ساعات بعد مرور الاعتدال الربيعي بهاجرتنا

ثم اذا حسبنا اليوم النجمي اي ٠٩ ٨٦١ ٦٤ " واحناً وانقسم على ذلك اليوم الشمسي اي ٠٠ ٨٦٤ ٠٠ " يكون اليوم الشمسي ٠٠ ٢٧٣ ٧٩١ اي من يوم نجمي وفضلتها اي ٠٠ ٢٧٣ ٧٩١ " ٠٠ ٢ ٠٠ ٥٥٤ ٥٦ " وقت نجمي ففضلة اليوم الشمسي الاوسط واليوم النجمي

ثم ٠٢ ٢٤ ٠٠ ٥٦ ٥٥٤ ٠٠ ٢ ٨٥٦ ٥٠١ " = مبادرة اليوم النجمي على اليوم الشمسي في ساعة واحدة لاجل التسهيل وضعت المجدول السابع للدلالة على اكتساب اليوم النجمي على الشمسي لكل ساعة ودقيقة وثانية وقت شمسي اوسط

### في الحساب السنوي

(٦٤) ان مدة دوران الشمس من نجم الى ان تعود اليو ايضاً في سنة نجمية وطولها ٣٦٥ يوماً ٢٩ ٦ ٢٩ " ومدة دوران الشمس من الاعتدال الربيعي الى ان تعود اليو ايضاً في السنة الشمسية وطولها ٣٦٥ يوماً ٥ ٨ ٤٩ " وذلك لان الاعتدالين يتفترقان كل سنة من الشرق الى الغرب ٢ ٥٠ " فتبكر الشمس بالعود الى الاعتدال بما يلزمها للبرور على قوس ٢ ٥٠ " اي ٢ ٠ ٢٩ ١٩ " ففضلة السنة النجمية والشمسية ويسبب اضطراب في مبادرة الاعتدال من قبل فعل السيارات لا يتفكر على التساوي في كل وقت فيتغير طول السنة الشمسية وهي الآن تقصر ٥٤٠ " كل مئة سنة وسباني ذكر كل ذلك مفصلاً

كذلك الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب بفرك من الغرب الى الشرق ١١ ٧٧٨ " كل سنة مدة دوران الشمس من نقطة الرأس الى ان تعود اليو ايضاً اطول من سنة نجمية لان تلك النقطة قد انتقلت غرباً وفضلتها مدة مرور الشمس على ١١ ٧٧٨ " اي ٤ ٢ ٣٩ " فتكون السنة هذه ٣٦٥ يوماً ٢ ٢ ١٣ ٢٩ " = ٢٦٥ ٢ ٥٩ ٥٩ ٢ ٢٦٥ يوماً من الايام الشمسية المعتدلة وهذه السنة تُعرف بالسنة الوسطى كما سباني في محله

(٦٥) ان القدماء استعملوا السنة بواسطة علم عمودي على سطح مستوي يوازي سطح الافق

ومرسوم طيو خط مستقيم يوافق الماجرة فيوم الظل الاقصى هو يوم المنار الضيفي والمدة بين يومين  
الظل الاقصى في السنة الشمسية وبها انهم وجدوها ٣٦٥ يوماً اعتمدوا على ذلك مع ان تلك المدة  
اقصر من السنة الحقيقية ست ساعات فوقه خلل في الحساب لانه اذا وقع المنار الضيفي على ٣١  
حزيران في سنة فبعد اربع سنين يقع على الثاني والعشرين وبعد اربع سنين آخر على الثالث والعشرين  
وهلم جرا وفي الزمان القديم لاحظ اهل ثيبا في بلاد مصر لزوم اصلاح الحساب السنوي بسبب هذا  
الخلل اي ان تحسب السنة ٣٦٥ يوماً وست ساعات اما هيرغوس فوجد ان اضافة ست ساعات  
الى السنة في اكثر من اللازم باربع دقائق و٤٨ ثانية (٤٨' ٤٨") اما الباطني فحسب الزيادة عا  
لزم ٤٨' ٨" وهذه قائمة ما اعتمد طيو في اعصار مختلفة من الزمان القديم الى الوقت الحاضر

يوم	س	د	ث	
٣٦٥	٠	٠	٠	المصري القديم
"	٦	١٨	٥٧	آكيون وموتون
"	٦	٠	٠	كلبوس وغور
"	٥	٥٥	١٢	هيرغوس
"	٥	٥٠	٢٠	الهنود
"	٥	٤٦	٢٤	الباطني
"	٥	٤٩	١٦	الفنسيوس سنة ١٢٥٢
"	٥	٤٨	٥٠	ولتر
"	٥	٤٩	٦	كوبرنيكوس ١٥٤٣
"	٥	٤٨	٤٥½	تيلوربراي ١٦٠٢
"	٥	٤٨	٥٧½	كلر
"	٥	٤٨	٥٢½	كاسيني ١٧٤٣
"	٥	٤٨	٥٧½	فلستيد
"	٥	٤٨	٥٤½	هالي
"	٥	٤٨	٤٩	لاكائل
"	٥	٤٨	٥١½	دي لامير
"	٥	٤٨	٤٩½	لاپلاس
"	٥	٤٨	٤٧½	بسل

(٦٦) ان ايام السنة الشمسية في ايام صحيحة وكسر يوم اي ٢٦٥'٢٤١٢٤١٤ يوماً وفي ١٠٠ سنة (اذا حسبنا السنة ٣٦٥ يوماً) ٣٦٥٠٠ يوم وذلك يقتصر عن ٣٦٥ دوران للشمس بمقدار ٢٤ يوماً. ولاصلاح هذا الخطل بمضي يولوس فيصير بمساعة النجم المصري سوميونوس واضاف يوماً واحداً الى شهر شباط كل سنة رابعة وسميت كل سنة رابعة كيسة وبقي الاعتماد على ذلك الى اواخر القرن السادس عشر مع ان فيه خطأ ٨'٣٩'١١ اي ٠٠٠٧٧٨ من اليوم كل سنة اي يوم كامل كل ١٢٩ سنة واكثر من ١٧ ايام كل ١٠٠٠ سنة وفي ايام سوميونوس المذكور وقع الاعتدال الربيعي في ٢٥ آذار ثم في سنة ٣٣٥ سم حكم الجمع النيقاوي بان يوم الاعتدال الربيعي يُحسب الحادي والعشرين من شهر آذار لاجل اصلاح الخطا المتزايد منذ عصر يولوس فيصرون ثم الى سنة ١٥٨٢ بلغ الخطا ١٠ ايام بسبب اثر زيادة المشار اليها اي صار الاعتدال الربيعي في ١١ آذار فحكم البابا غريغوريوس الثالث عشر باسقاط عشرة ايام من تلك السنة من شهر تشرين الاول فحسبوا اليوم الخامس من اليوم الخامس عشر وقتلاً يعود الخطا اعتماداً على هذه القاعدة

كل سنة لا تنقسم على ٤ بدون باقى تُحسب لها ٣٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤ ولا تنقسم على ١٠٠ بدون باقى تُحسب لها ٣٦٦ يوماً وكل سنة تنقسم على ١٠٠ ولا تنقسم على ٤٠٠ تُحسب لها ٣٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤٠٠ تُحسب لها ٣٦٦ يوماً

مثالة ١٨٢٨ لا تنقسم على ٤ فلها ٣٦٥ يوماً اما ١٨٤٠ فكيسة ولو حُصبت كل سنة رابعة كيسة لاختلف الحساب يوماً كاملاً في كل ١٢٩ سنة كما تقدم فيُحسب لكل سنة ٣٦٥ يوماً فيكون قد انقطع ذلك اليوم من المئة السنة والواجب ان يُقطع في اليوم فقط فيختلف الحساب بذلك يوماً في ٤٠٠ سنة ولذلك تُحسب كل سنة ٤٠ كيسة وعلى هذا الاسلوب يختلف الحساب اقل من يوم في ٤٢٣٧ سنة ثم ان حُصبت ٣٦٥ يوماً لكل سنة تنقسم على ٤٠٠٠ لا يختلف الحساب باكثر من يوم واحد في ١٠٠٠٠ سنة

الدور الشمسي هو مدة ٢٨ سنة يوليوسية اي ٢٨ X ٣٦٥'٢٥ = ١٠٢٨٠ وفي كل دور شمسي توافق ايام الاسبوع ايام الشهور التي وافقتها قبل ٢٨ سنة. لان ٤ سنين يوليوسية = ١٤٦١ يوماً وهذا العدد ليس هو عدداً لاسبعة بل ٤٧٧ = ٢٨ فهي عدداً لاسبعة وعند الميلاد كان قد مضى من هذا الدور ٩ سنين فلجل استعمال الدور الشمسي اُضيف الى السنة ٩ واقم على ٢٨ فانخرج عدد الادوار في التاريخ الميلاديه والباقي موقع السنة في الدور. مثالة لاستعلام موقع ١٨٧٤ في الدور الشمسي ١٨٧٤ = ٩ + ١٨٨٣ = ٢٨ + ٦٧ وبقي ٧ فهي السنة السابعة من الدور الشمسي

الدور القمري ١٩ سنة او ٢٣٥ دورة قمرية ويفرق عن ٩ سنة يوليوسية ساعة ونصف ساعة تقريباً

كما سيأتي في الكلام عن القمر

**دور التصريح (Indiction)** مدة ١٥ سنة عيَّن بها الملك قسطنطين عوضاً عن الأولمبياد اليوناني على زعم البعض . والبابا غريغوريوس السابع عيَّن اليوم الأول من سنة ٢١٤ مسيحية محطاً فعلي ذلك كانت السنة الأولى المسيحية الرابعة من دور التصريح بالتقدير والاستعلام موقع سنة في هذا الدور اختلف اليها ٢ واقسم الجميع على ١٥ غالباً في موقع السنة في الدور

مثاله موقع سنة ١٨٧٤ في هذا الدور  $1874 = 2 + 1872 = 10 + 120 = 132$  وبقي ٢ فهي الثانية في الدور وإن لم يبقَ باقي فهي الخامسة عشرة

$7280 = 10 \times 19 \times 38$  فهي الدور الهوليوسي وعدد مرور ما تعود ادوار الشمس والقمر والتصريح على اتفاق كما كانت في أوله وهو يحسب من ٤٧١٢ ق م من أول كانون الثاني من تلك السنة فياللدور التاريخي الذي اليه تحول كل المحادث في ٢١٢ سنة ٤٧١٢ ق م الظاهر لماجرة اسكندرية مصر لان بطليموس اعتد على تلك الهاجرة قاعدة لكل حسابات

(٦٧) ان هذا الاصلاح قيل عموماً في الغرب ولم يقبل في روسيا والشرق وقد بلغ الفرق بين الحسابين ١٢ يوماً تقريباً وإن بقي الامر على ما هو فحسب اهل الشرق سنة ١٩٠٠ كيسة واهل الغرب يحسبونها اعتيادية فيصير الفرق بينهم ١٢ يوماً وعلى هذا الاسلوب يزيد الاختلاف بين الحسابين يوماً كل قرن

(٦٨) ان طلب تحويل الحساب الشرقي الى الحساب الغربي فاطرح من الاول يوم لكل ١٢٩ سنة من سنة ٢٢٥ فصاعداً لان الفرق ١١' ٣٩" يبلغ الى يوم كامل في ١٢٩' ٢٦ سنة السنة الاعتيادية تنتهي في اليوم من ايام الاسبوع اندي ابتدأت طليو والكيسة تنهي يوماً واحداً بعد الذي ابتدأت و

(٦٩) ان اختلاف هذه الحسابات السنوية قلما ياتر في المراقبات الفلكية القديمة اذ يعرف وقت حدوث خسوف مثلاً في الماضي كما يُعرف في المستقبل فان اخبرنا التاريخ بمحادثة مقرونة عند حدوثها بكسوف الشمس او خسوف القمر في سنة ما من اي حساب كان فيحسب وقت وقوع ذلك الخسوف بموجب حسابنا فيستعلم من ذلك وقت وقوع المحادثة التاريخية بالتدقيق التام لاجل تسهيل تحويل الوقت الاوسط الى وقت نجمي قد وضع الجدول الثامن وللعكس الجدول

الثامن

## الفصل الخامس

في بعض آلات الرصد وبعض العمليات والعرض وهيئة الأرض وكثافتها

تنبيه. ان أكثر هذا الفصل يتعلق بالتقسيم العملي وإنما أدخلناه هنا ايضاحاً لما يأتي  
(٧٠) ان الآلات استعملت أولاً لرصد الاجرام السماوية في مدرسة الاسكندرية ق م ٣٠٠  
وفي القرن السادس عشر استنبط فيجوراجي من دنيا ريك بعض الآلات لقياس الزوايا تقاس بها  
زاوية ١٠° وذلك بدون معرفة النظارة وفي ذلك العصر استنبط معلوم هذا الفن آلات تقاس بها  
زاوية ١° ومقياسات ثانوية يقيسون زاوية ١/٢ ثانية والامر واضح ان الثانية على آلة هي صغيرة جداً  
جداً فان كانت القوس التي تقاس بها الزاوية قطرها قدم واحد قلنا  $\frac{1}{360} \times 12 = \frac{1}{30}$  قيراط  
لدرجة واحدة فتكون دقيقة واحدة  $\frac{1}{360} = \frac{1}{30}$  من القيراط وثانية ١/٣٠ من القيراط ولا يمكن  
ان تكرر القسمة الى هذا الحد الا في اقواس دوائر كبيرة فدايرة قطرها ٢٠ قدماً تكون الدرجة على  
محيطها قيراطين ودقيقة واحدة ١/٣٠ من القيراط والثانية ١/١٨٠ من القيراط

(٧١) يتضح مما تقدم انه لا يمكن اقسام الاقواس لقياس الزوايا الى اصغر من دقائق وفي  
الآلات الصغرى لا تقسم الى اصغر من ١° والزوايا التي هي اصغر من تلك تقاس بواسطة قياس ثانوي  
مركب على جانب اقسام القوس الاصلية وقد سمي هذا المقياس الثانوي المدقق  
(٧٢) ان كيفية استعمال المدقق يتضح من الظرائير في البارومتر

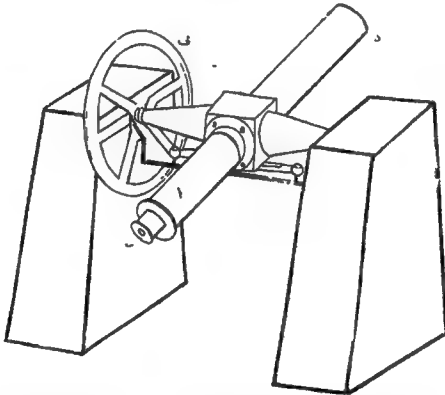


شكل ١٨

يمكن ا ب (شكل ١٨) القياس الاصيل مقسوماً الى قيراط  
واشعار القيراط وليكن سد المدقق وليكن عشرة اقسام على المدقق  
= ١١ قسماً على الاصيل فترى الزئبق على ٣٠ قيراطاً وثلاثة اعشار  
وزيادة ومقدار هذه الزيادة يُعرف من النظر الى اقسام المدقق فنرى  
القسم ا ثامن منه يقابل قسماً من الاصيل فان كسب المدقق قسماً في  
عشرة اقسام تكون اقسامه اصغر من اقسام الاصيل بعشر من قسم  
واحد فيكسب في ثمانية اقسام ثمانية اجزاء من عشر فيكون الزئبق  
على ٣٠٠° ٨ اعشار العشري ٠٠٨° فالزئبق على ٣٠° ٨ و ٢٨°  
وهكذا لو كانت اقسام المدقق اصغر من اقسام الاصيل حتى ينحسر  
قسماً في كل عشرة اقسام

(٧٣) ان الآلات الأكثر استعمالاً في نظارة العبور مع ساعتها والدائرة المحاطة بالسديس وأكثر المراقبات تُجرى عند وصول الاجرام السماوية الى خط نصف النهار لانه حينئذ يكون الاختلاف والانكسار على اقلها ويكون النجم في اعلى ارتفاعه فوق الافق ومن ارتفاعه يُعرف بعدّه عن سمت الراس وميله وان ضُبطت الساعة للوقت التي ايجب ان تدل على  $0^h 00^m 00^s$  متى كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار فتدل الساعة على الصعود المستقيم لكل جرم يصل الى خط نصف النهار فمراقب وصول الاجرام الى ذلك الخط فيُحسب من ذلك الطول والعرض السويين واسماء آخر كثيرة وجانب كبير من الحسابات الفلكية راجع الى وقت وصول الاجرام الى خط نصف النهار وقتاً نجماً

(٧٤) الآلة التي بها يُعرف وصول جرم الى خط نصف النهار سميت نظارة العبور واجزاؤها الأكثر اعترافاً تُعرف من شكل ١٩ وهي نظارة تدور في سطح دائرة خط نصف النهار وطرفا محورها مستندان على حائطين ثابتين حتى لا تتزعزع اقل تزعزع واجزاؤها مصنوعة على غاية التدقيق فاذا أُحكمت في سطح دائرة خط نصف النهار لا تتزعزع عنه البتة



شكل ١٩

(٧٥) تُضبط النظارة في سطح دائرة خط نصف النهار فتوجهها الى نجم القطب واحكامها حتى تصير المة بين تكبده الاعلى والاسفل تعدل المة بين تكبده الاسفل والاعلى ويكرر العمل بمراقبة

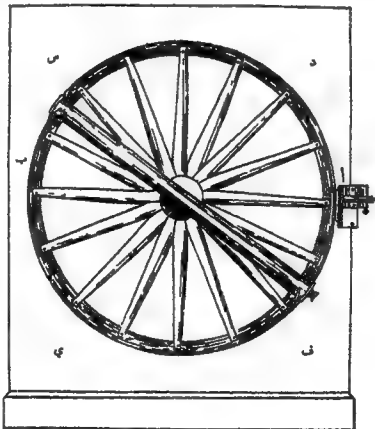
التكبد الأعلى والأسفل لعنة من الخشبان ولضبطها طرق أخرى سيأتي ذكرها في القسم العملي إن شاء الله

(٧٦) خط التسديد هو الخط الموصل بين مركز بلورة الشمع د ومركز بلورة العين ب وهو يترك في سطح دائرة خط نصف النهار إذا كانت الآلة على ما ينبغي من الضبط. وفي نقطة احتراق بلورة العين بعض الشعرات تنقسم بها بلورة الشمع إلى أقسام متساوية كما في (شكل ٢٠) فإذا عينا وقت وصول جرم إلى كل واحدة منها ثم أخذنا معدل الجميع يكون لنا وقت وصوله إلى الوسط أي إلى خط نصف النهار تماماً



شكل ٢٠

(٧٧) الساعة الفلكية تُضبط للوقت النجمي فتقاس مرور نجم من نقطة إلى أخرى وكل  $15^\circ$  ساعة واحدة ولا تعلق بينهما وبين وقت النهار فإن رأينا ساعة المرصد على  $11^h 32^m$  أو على  $11^h 33^m$  مثلاً



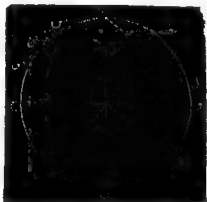
شكل ٢١

فذلك يدل على الوقت المار منذ كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار وعند وصول نجم

الى ذلك المخطط تدل الساعة على صعوده المستقيم  
(٧٨) البياسة ترافق نظارة العبور ابداً وكل واحدة منها تمين على ضبط الاخرى وقد بلغ  
امل صناعة الساعات الى مهارة عظيمة في اصطلاحها ولكن مع ذلك يجب ان تقابل على الساعة  
الطبيعية اي الملك عدة مرات كل يوم

(٧٩) الدائرة العمودية ف على نظارة العبور تقاس عليها اقواس الارتفاع اي اقواس من  
خط نصف النهار واذ لا يدق في قياسها لصغر دائريها يُعتمد على ما سمي الدائرة المحاطية  
(شكل ٢١) وهي دائرة كبيرة قطرها ١٠ اقدام او ١٢ قدماً مرتكزة على جانب حائط متين محيطها  
مقسوم الى اقسام كل قسم ا"وه" حسب محيط الدائرة ولما است نظارات صفار عند س دي ف اب  
واحاطاً يستعمل ربع دائرة على هذه الكيفية فيسمى الربع المحاطي فنرى ما تقدم شيئاً من العناية  
التي قاساها علماء هذا الفن لكي يحصلوا على قياسات صحيحة

(٨٠) قد رأينا ما تقدم (ع ٧٦) كيفية استعمال صعود نجم المستقيم بواسطة نظارة العبور  
والساعة واما ميلة فيستعمل بالاربع المحاطية



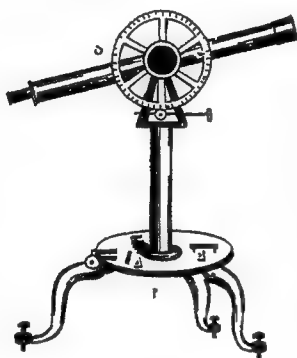
شكل ٢٢

ليكن ص (شكل ٢٢) موقع نجم فيكون ارتفاعه على  
خط نصف النهار ص ح ويستعمل الارتفاع بقياس بعده  
عن سمت الرأس ز وطرحه من ٩٠ ثم من الارتفاع اطرح  
ي ح اي يتم عرض المكان فيبقى ص ي اي الميل. وان  
كان النجم اقرب الى الافق من خط الاستواء كما لو كان  
عند ص مثلاً فاطرح الارتفاع على خط نصف النهار من  
متم وعرض المكان فاكاف فهو الميل او يستعمل الميل من  
البعد القطبي لان ف ي = ٩٠ - ف ص = ص ي = الميل

(٨١) يُطلب احياناً ارتفاع جرم سماوي وهو ليس على خط نصف النهار وايضاً سموتة اية  
بعد عن خط نصف النهار مقياساً على الافق وايضاً الزاوية المحاذية بين جرمين ولذلك قد  
اصطنعت آلة اخرى سُميت نظارة السموت تُحرك في سطح متساوية مارة بسمت الرأس وبالجمر  
المرسوم وايضاً في سطح يوازي سطح الافق وصورها (شكل ٢٣) فيقاس الارتفاع على الدائرة ن  
والسموت على م ولكل رجل لولب تترقب به الآلة على سطح يوازي سطح الافق المدلول عليه بالمسهلين  
عندك وك فان كان الجرم في الافق يُعرف سموتة بالتحك (انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٨١  
و ٢٤٦) ولا فيحتاج الى آلة مثل هذه لاجل قياس سموتة



(٨٣) من الآلات لقياس الزوايا السدس وقد دُكر تركيبه وطرق ضبطه



شكل ٢٣

في كتابي في المساحة صيغة ٢١٢ فليراجع وسوف يذكر أيضاً بالتفصيل في القسم العلمي من هذا المؤلف

(٨٤) ان جعلنا احد الشبهين جرمًا سماويًا والاخر الافق وقسنا الزاوية بينهما يكون لنا من ذلك ارتفاع الجرم فوق الافق وان كنا في البر حيث لا نرى الافق نستعمل افقًا من الزئبق واسائل آخر ونظرا الى صورة الجرم فيه لم نستعمل الزاوية بين الجرم وصورته في الزئبق ونصف تلك الزاوية هو ارتفاع الجرم فوق الافق (٨٤) اهم الامور في ضبط السدس خمسة اشياء

- (١) لتجعل مرآة الزند عمودية على سطح الآلة  
ضع الزند على نصف القوس ثم انظر الى صورة القوس في المرآة فان كان القوس وصورته على استقامة واحدة كانت المرآة عمودية على سطح الآلة والا فيجب اصلاحها باللولب على قفاها
- (٢) لتجعل مرآة الافق عمودية على سطح الآلة انظر الى نجم اوشج آخر بالنظارة وحرك الزند حتى تمر صورته بالشج نفسه فان تطابعا كانت عمودية والا فيجب اصلاحها
- (٣) لتجعل المراةين متوازيين متى كانت السبابه على صفر وضع السبابه على صفر وان تطابق الشج وصورته كليًا كانتا متوازيين والا فيجب اصلاحها
- (٤) لتجعل النظارة موازية لسطح الآلة ادير النظارة حتى تكون شعرتاها متوازيين اطلع الآلة وانظر الى شج هو وصورته متطابقان على احدى الشعرتين ثم ادير النظارة حتى يقعا على الشعرة الاخرى فان بقيا متطابقين كانت على ما يراد والا فيجب اصلاحها
- (٥) لاستعلام خطأ الآلة ان الاصلاح المذكور في (٣) برينا النتج والصورة متطابقين متى كانت السبابه على صفر وان كان الخطأ قليلا ليس بواجب ان نغير الآلة بل نستعمل مقداس الخطأ ونطرحه او نضيفه الى ما تدل عليه السبابه حسب مقتضى الحال ويستعمل الخطأ بان تجعل جانب الشمس ان يمس جانب صورهما وعين ما تدل عليه السبابه ثم اجعل الصورة ان تمر على الشج

الى ان تمس الجانبا الآخر من وحين ما تدل على السابعة فنصف فضلها هو الخطاه فان كانت علامة الفضة ايجابية يجب اضافتها الى ما تدل على السابعة في كل رصد وان كانت سلبية فيجب طرحها

(٨٥) امثلة في استعمال السدس

ارتفاع جانب الشمس الاسفل

٠٠ " ١٠ ' ٤٩

٠١ " ١٥ '

نصف قطر الشمس

٠١ " ٢٥ ' ٤٩

- ٤٩ "

اطرح الانكسار

٠٢ " ٢٥ ' ٤٩

+ ٦ "

اضف الاختلاف

٠٨ " ٢٥ ' ٤٩

ارتفاع مركز الشمس الحقيقي

بالافتق الزيني ارتفاع جانب الشمس الاعلى فوق الصورة ٤٧ " ٢ ' ١٠٠

٠٥٠ " ١ ' ٢٣٥

نصفها -

- ٠٥٠ " ١٥ '

اطرح نصف قطر الشمس

٠٣٣٥ " ٤٥ ' ٤٩

- ٤٨ "

اطرح الانكسار

٠٥٠ " ٤٤ ' ٤٩

٠٥ "

اضف الاختلاف

٠٥٠ " ٤٤ ' ٤٩

## عمليات

(٨٦) لاستعلام صعود الشمس المستقيم او ميلها او

طولها او ميل دائرة البروج على خط الاستواء اذا فرض

اثنين من هذه الاشياء غير المطلوب

ليكن ي ق (شكل ٢٤) خط الاستواء و ي س دائرة

البروج ود الاعتدال الربيعي فيكون د ر الصعود المستقيم

ورص الميل ود ص اذا كان اقل من ٩٠ الطول



شكل ٢٤

وص در میل دائرة البروج على خط الاستواء وإذا كان الصعود المستقيم أو الطول أكثر من ۲۰  
فيحسب المثلث الكروي دص بمثلثاً متما. انظر كتابي في مساحة المثلثات الكروية ص ۵۲ الخ  
مثال. ان ميلاً مفروضاً للشمس يصح لاربعة أماكن من دائرة البروج فيجب ان نعتبر الوقت  
من السنة وإذا كان الصعود المستقيم أكثر من ۱۸۰ كما لو كان دقي رفيعاً ممل المثلث ص در  
التم وهو قائم الزاوية عند ر فيحل بقاعدة نيهير

مثال أول. مفروض صعود الشمس المستقيم ايه در ۲۶° ۲۷' ۲۲" = ۲۲° ۵۰' ۵۴"  
وميلها اي رص ۱۹° ۲۱' ۵۱" مطلوب طولها وميل دائرة البروج  
حسب قاعدة نيهير في المثلث الكروي القائم الزاوية اجعل دص الاوسط فهكون رص ودر  
الجزءين المتقابلين ولنا في ق خ ن ج دص (لانة الزاوية) = ن ج در خ ن ج رص (۱۹)

لاستعلام الطول دص

$$\text{ن ج در اي } ۲۲^{\circ} ۵۰' ۵۴" = ۲^{\circ} ۷۸۲۴۱$$

$$\text{ن ج رص اي } ۱۹^{\circ} ۲۱' ۵۱" = ۲^{\circ} ۹۷۴۷۱۰$$

$$\text{ن ج دص} = \frac{۲^{\circ} ۹۷۴۷۱۰}{۲۲^{\circ} ۲۴' ۵۶"} = ۲^{\circ} ۷۴۲۹۵۱$$

لاستعلام الزاوية واجعل در الاوسط

$$\text{في ق خ ج در} = \text{ماس رص} \times \text{ن م د} \text{ (لانها زاوية)}$$

$$\text{اي ن م د} = \frac{\text{في ق خ ج در}}{\text{م رص}} \quad (۲۰)$$

$$\text{ج در اي } ۲۲^{\circ} ۵۰' ۵۴" = ۲^{\circ} ۹۰۸۴۷۲$$

$$\text{م رص اي } ۱۹^{\circ} ۲۱' ۵۱" = ۲^{\circ} ۵۴۵۸۷۰$$

$$\text{ن م د} = \frac{۲^{\circ} ۹۰۸۴۷۲}{۲^{\circ} ۵۴۵۸۷۰} = ۲۳^{\circ} ۰۶' ۲۷"$$

مثال ۲ مفروض ميل الشمس ۱۳° ۱۴' ۲۴" شمالاً وميل دائرة البروج ۲۲° ۲۷' ۲۲"  
مطلوب صعودها المستقيم الجواب ۱۹° ۵۸' ۱۹" = ۱۴° ۳۰' ۲۹"

مثال ۳ مفروض ميل الشمس ۲۱° ۲۱' ۲۴" وصعودها المستقيم ۱۶° ۱۷' ۱۸" فاهو  
طولها الجواب ۱۲° ۲۴' ۱۲" = ۱۹° ۱۲' ۱۲"

مثال ۴ مفروض طول الشمس ۸° ۴۰' ۵۶" وميل دائرة البروج ۲۳° ۲۷' ۲۲"  
مطلوب صعودها المستقيم الجواب ۱۶° ۲۳' ۳۴"

(۸۷) مفروض ميل الشمس وعرض المكان مطلوب وقت طلوعها وغروبها



(١٨) مفروض عرض المكان وعلى جرم سماوي مطلوب ارتفاعه وسمونه اذا كان على دائرة

الساعة السادسة



شكل ٣٦

ليكن ح ز و (شكل ٣٦) خط نصف النهار للمكان  
المفروض ح و الاقوى و ص موقع الجرم على دائرة الساعة  
السادسة ف من ق التي تقطع خط الاستواء في النقطة  
الشرقية والغربية وتكون ر ص ن الدائرة المتعامدة المارة  
بالجرم ثم في المثلث من بد القائم الزاوية مفروض د ص  
اي الميل والقوس وف قياس من دب اية عرض  
المكان مطلوب ب من اي الارتفاع وب و اية  
السموت او دب اي السعة وفي مسموت

مثال أول. ما هو ارتفاع العاكه الرابع وسمونه متى كان على دائرة الساعة السادسة في عرض  
٥١° ٢٨' ٤٠" شمالي على افتراض ميلو ٢٠° ٦' ٥٠" شمالاً

(٢٢) للارتفاع  $\frac{1}{2} \times \text{ج ب ص} = \text{ج د ص} \times \text{ح د}$

٢° ٥٢' ٤١" ٦٢	=	٥٠° ٦' ٢٠"
٢° ١٩' ٤١" ٠٣	=	٤٠° ٢٨' ٥١"
٢° ٤٢' ١٨" ٦٥	=	٢٧° ٢٦' ١٠"

لسموت  $\frac{1}{2} \times \text{ح د} = \text{ن م ب} \times \text{ن م د}$

(٢٣)  $\text{ن م ب} = \frac{1}{2} \times \text{ن م د} \times \text{ح د}$

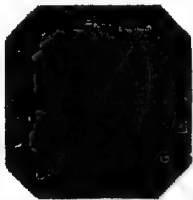
٢° ١٩' ٤٣" ٦١	=	٥١° ٢٨' ٤٠"
١° ٤٣' ٦٣" ٥٤	=	٣٠° ١٢' ٨"
٢° ٢٣' ٠٦" ٥٧	=	٣٠° ١٢' ٨"

مثال ٢ في عرض شمالي ١٢° ٦٢' كان ارتفاع الشمس في الساعة السادسة في خط ١٨° ٢٠'  
٢٣ مطلوب ميلها وسموها

الجواب الميل ٢٠° ٥٠' ١٢" من السموت ٧٩° ٥٦' ٤"

(١٩) اذا كانت الشمس في الافق ترتفع فوق مكانها الحقيقي على المعدل ٢٣ بالانكسار  
مطلوب زيادة النهار الاطول من هذا السبب

ليكن ح و (شكل ٢٧) الاق في خط الاستواء م النار الصوفي ارم م ك ٢٣ تحت  
 الاق فتكون الشمس عند ص عند اول ظهورها اي ٢٣ تحت  
 الاق وفي الثلث زف ص مفروض زف م عرض المكان  
 زف البعد عن سمت الرأس اي ٢٣ ٢٠ و ف ص م ميل  
 الشمس اي البعد القطبي مطلوب الزاوية زف ص  
 ليكن عرض المكان ٢٣ ٤٣ ٢٠ وميل الشمس في النهار  
 الاطول ٢٣ ٢٧ ٥٧



شكل ٢٧

فلما زف = ٤٠ ١٦ ٥٦ ف ص = ٢٣ ٢٢ ٦٦ ز ص = ٢٣ ٢٠ ٢٠

$$\text{ج} \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2} \text{ في } X \text{ (ص - م)}}{X \text{ ج (ص - م)}} \quad (٢٤)$$

ج م خ ج م

انظر حساب الثلثات الكروية صحيحة ١٤٤ العبارة الاولى من عبارات ظ  
 اي من نصف مجموع الاضلاع اطرح ضلع من المثلثين بالزاوية المطلوبة ثم اطرح الضلع الآخر  
 من نصف المجموع والى جيب الباقيين اضف المماساني لجيب الضلعين فاكان فهو جيب نصف  
 الزاوية المطلوبة

زف = ٤٠ ١٦ ٥٦

ز ص = ٢٣ ٢٠

ف ص = ٢ ٢٢ ٦٦

٢ ٢١ ٢١ ٤٣

١ ٠ ٦ ٤٠ ٣١ ٥

٥٦ ١٦ ٤٠

اطرح زف

٢ ٢١ ٢١ ٤٣ = ٥ ٠ ٢٣ ٥١ ٥

٢ ٢١ ٢١ ٤٣ = ٤٠ ٢ ٢٨ ٥

٠ ٠ ٨ ٠ ١٤٠ = ٥٦ ١٦ ٤٠

٠ ٠ ٣٧ ٩٨ ٥٠ = ٢ ٢٢ ٦٦

٢ ١٩ ٨١ ٤١ ١٤

٢ ١٩ ٨١ ٤١ ١٤ = ٥ ٣ ٥ ٠ ٢

ج ١ ٢ زف ص

٢ ١٩ ٨١ ٤١ ١٤ = ١ ٠ ٧ ٤ ٠ ١٨ زف ص = ٤ ١ ٢ ٢ ٤١ وقد

استعملنا وقت طلوع الشمس في الوقت المفروض (مثال ٢) ق ط  $٧٧^{\circ} ٤٤' ٥٤''$  والفضلة =  $٦٨^{\circ} ٤٢'$  للصباح ومثل للمساء

(٩٠) مفروض طول جرمين وعرضها مطلوب البعد بينهما



شكل ٢٨

ليكن ف (شكل ٢٨) قطب دائرة البروج ف ص ف ص  
متني عرض الجرمين وما عند ص وص والزواية ف = فضلة  
طولها. مطلوب ص ص وحل المسئلة انظر حساب المثلاثات  
الكروية تحت مفروض ضلعان والزواية بينهما مطلوب الضلع  
الثالث والعل كما تقدم في مثال استعمال الانكسار

ان فرض ميل الجرمين والصعود المستقيم ليكن ف قطب خط الاستواء فيكون ف ص  
ف ص متني الميل والزواية ف فضلة صعودها المستقيم والعل كما تقدم

(٩١) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب الساعة التي فيها تنهي اضاءتها على

وجه بناء الثاني ق ط والتي فيها يبتدئ اضاءتها على ب ط  
ليكن ف ي ف (شكل ٢٩) الهاجرة وز سمت الرأس  
وزان المسامحة الاولى اي العمودية على الهاجرة وص النقطة  
التي فيها تقطعا الشمس واذا ذاك تنهي اضاءتها على وجه  
حائط الثاني وف ص ب دائرة السويحة المارة بالشمس عند  
ص. ب ص = ميل الشمس وب ا ص = (ي ز) =  
العرض واب اذا تحول الى وقت تدل على كم بعد الساعة ٦



شكل ٢٩

ق ط اوقبل الساعة ب ط تقطع الشمس المسامحة الاولى

مثال ١. في عرض شمالي  $٤٢^{\circ} ٢٢' ١٧''$  وميل الشمس  $٢٣^{\circ} ٢٧' ٢٠''$  في اية ساعة ينقطع  
ضياء الشمس عن جانب حائط الثاني ق ط وفي اية ساعة يبتدئ بعد الظهر

الجواب  $٧٧^{\circ} ٤٤' ٥٤''$  ق ط و  $٦٢^{\circ} ٢٢'$  ب ط

مثال ٢ كم ساعة تضيء الشمس على الجانب الجنوبي لحائط عمودي في عرض شمالي  $٢٠^{\circ} ٢٠'$   
اذا كان ميلها  $٢٠'$  ش

(٩٢) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب استعمال الوقت بواسطة ارتفاع الشمس  
ليكن ز (شكل ٢٠) سمت الرأس وص موقع الشمس وف القطب. قس ارتفاع الشمس  
بالسدى او بالآلة اخره واصحها للاختلاف والانكسار وللنظر لاجل استعمال الارتفاع المحض

من الظاهر كما نعلم سابقاً وإطرحه من ١٠ يبقى البعد السمتي  $ص$  اما  $ف$  من فتم الميل وزف  
 مم العرض فاضلا على الثلث الكروي معروفة فنستعمل الزاوية  
 زف  $ص$  فاذا تحولت الى وقت تدل على بعد الشمس عن  
 المجرة اي وقت المراقبة قبل الظهر او بعد حسب الواقع



شكل ٢٠

$$\begin{aligned} \varphi &= \text{افرض } ف - ز = \text{مم العرض} \\ z &= \text{ر } ص = \text{البعد السمتي الحقيقي} \\ d &= \text{ف } ص = \text{البعد القطبي} \\ z &= \text{والزاوية زف } ص \\ \text{و } ٢ ص &= \varphi + d + z \end{aligned}$$

بحساب الثلثات الكروية صحيحة ١٤٤

$$\begin{aligned} \text{ج } \frac{1}{r} &= \frac{\text{ج } (ص - \varphi) \times \text{ج } (ص - d)}{\text{ج } \varphi \times \text{ج } d} \\ (٢٥) \end{aligned}$$

مثال: في عرض ٢٥° ٤٠' شالي كان ارتفاع الشمس الحقيقي بعد الظهر ١° ٦' ٢٧" كما كان  
 ميلها ٨° ٥' ٥٦" ج

$$d = ٩٨° ٥' ٥٦"$$

$$z = ٧٦° ٥٢' ٢٣"$$

$$\varphi = ٦٤° ٢٠' ٠٠"$$

$$\text{ج } (٢) \quad ٢٤٢ \quad ١٦ \quad ٢٩$$

$$\text{ص} = ١٢١° ٩' ٤٤"$$

$$\text{ص} - \varphi = ٥٦° ٤٩' ٤٤" \text{ الجيب } ٩٢٢٧٤٦$$

$$\text{ص} - d = ٢٢° ٢' ٤٨" \text{ " } ٥٩٣٠٠٧$$

$$\text{نظير قاطع } \varphi = ٤٥١١٧$$

$$\text{" " } d = ٤٣٥٢$$

$$\text{ج } ٩٠٦٥٢٢٣$$

$$\frac{1}{r} = ٢٧° ٥' ١٨ \text{ جيب } ٩٧٨٣٦١٢$$

$$ز = ٧٤° ٢٧' ٤٧" - ٤° ٥٨' ١١" \text{ وقتاً ظاهراً ب } ط$$



(٢٢) مفروض العرض وميل الشمس مطلوب وقت ابداء الشفق وانتهائه

قد تقدم ان الشفق يتدنى او ينتهي اذا يكاتب الشمس ١٨°

عمودية تحت الافق



شكل ٢١

ليكن ر (شكل ٢١) سمت الرأس لمكان ما وف القطب

وص موضع الشمس عند ابداء الشفق او نهايته رص = ٩٠° +

١٨° = ١٠٨° زف = متم العرض ف ص متم الميل فلنا في

المثلث ف ص ز الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية السوية

زف ص ا رسم رف عمودياً على الزاوية المطلوبة

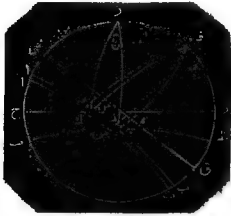
م ١/٢ ز ص م ١/٢ (ف ص + زف) م ١/٢ (ف ص - زف) م ١/٢ (ص ر - زر) (٢٦)

ثم بعد استعلم زر وص ر استعلم الزاويتين عند ف واجمعها

مثال . في عرض ٤٢° ٢٢' اية ساعة يتدنى الشفق وينتهي في النهار الاطول متى كان ميل

الشمس ٢٣° ٢٨' الجواب يتدنى ١٢° ٤١' في ظ وينتهي ٥٣° ١٩' ظ

(٢٤) لاجل استعلم وقت الشفق الاقصر



شكل ٢٢

ليكن اب (شكل ٢٢) دائرة ميل الشمس في الوقت

المطلوب ا رسم آ ب على قرب من الاولى بما لا يقاس

ولو اوزعها وت ظ على موازاة الافق ١٨° تحته فقياس

الشفق على اب هو د ف ص وقياسه على آ ب هو

س ف ك وعند وقوع الشفق الاقصر تكون زيادة الزاوية

السوية صفراً فالزاويتان المذكورتان متساويتان ولذلك

د ف د = ص ف ص ود د = ص ص والرسم ذس

= ص ك والزاويتان عند ذ وض قائمتان وذ د ص = ص ص ك وف د د = ٩٠°

= ز د س اطرح منها ز د ف الباقية ف د ز = الباقية ذ د س ولهذا السبب ايضا ف ص ز

= ص ص ك وف د ز = ف ص ز

اقطع دن بجهت يعدل ص ز = ٩٠° فلان ف د = ف ص والزاوية ف دن = ف ص ز

فالقوس فن = ف ا رسم العمودي فم فيصنف ن ز ثم بحساب المثلثات الكروية

ن ج فم = ٢٤° ٤٥' = ٢٥° ٤٥' و ايضا ن ج ف م = ٢٥° ٤٥' = ٢٥° ٤٥' وبالمساواة

٢٥° ٤٥' = ٢٥° ٤٥' اية

ن ج ف د اوج هـ د = ن ج ف ز  $\times$   $\frac{٢٥٢}{٢٥٤٥}$  = ن ج ف ز  $\times$  ماس ن م  
وبالتحويل الى نسبة  $\frac{٢}{١}$  : ن ج ف ز اوجب العرض : ماس ن م (=  $\frac{٢}{١}$ ) : جيب هـ د  
اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر

(٢٧) ج الميل = ج العرض  $\times$  ماس  $\frac{٢}{١}$   
ف ز اقل من  $\frac{٢}{١}$  ابناً وزم =  $\frac{٢}{١}$  فتكون ف م اقل من  $\frac{٢}{١}$  فتكون نظير جيبها ايجابياً  
و د م أكثر من  $\frac{٢}{١}$  فتكون جيبها سلبياً ون ج ف د (= ن ج ف م  $\times$  ن ج د م) سلبياً فيكون  
ف د أكثر من  $\frac{٢}{١}$  اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر جنوباً

(٢٥) لاجل استعمال طول الشفق الاقصر ص ف ر = د ف ن  
فاذا ر ف ن = د ف ص قياس الشفق الاقصر

وج ف ز ا و ن ج العرض :  $\frac{٢}{١}$  : ج زم (=  $\frac{٢}{١}$ ) : ج ز ف م  
و ٢ ز ف م = ز ف ن = د ف ص وفي بالتحويل الى وقت تعدل الشفق الاقصر اي

جيب نصف الشفق الاقصر =  $\frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢}$   
(٢٨) ن ج العرض

مثال . مطلوب وقت الشفق الاقصر وطوله في عرض شمالي  $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$

جيب  $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$   $٩' ٧٤٦٥٢٠٤$

ماس  $\frac{٢}{١}$   $٩' ١٩٢٧١٢٥$

جيب =  $٨' ٩٤٦٢٢٢٩ = ٨' ٤' ٥''$  ج

وذلك بقرب ٧ اذار ٦ تشرين الاول

ج  $\frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢} \times \frac{١}{٢}$   $١٩' ١٩٤٢٢٢٤$

ن ج  $٢٣^\circ ٥٤' ٢٧''$   $٩' ٧٤٦٥٢٠٤$

جيب =  $٩' ٢٧٥٢٨٦١ = ٢٣^\circ ٥٤' ٢٧'' \times ٢ = ٤٨' ٩' ٤٩''$

(٢٦) لاستعلام ميل الشمس عند دوام الشفق طول الليل (انظر شكل ٢٧) عد ذلك

بكون الشمس عند  $١٨^\circ$  تحت الافق و  $١٨^\circ$  الميل م = ق = و = ي ح = مم عرض المكان  
فيل الشمس حيث = مم العرض -  $١٨^\circ$  فتناول من الجداول السنوية اليوم الذي للشمس هذا  
الميل فلاك المطلوب ومعظم ميل الشمس  $٢٣^\circ ٢٨'$  فان كان مم الميل أكثر من  $٢٨^\circ ٤١'$  او العرض  
اقل  $٢٢^\circ ٤٨'$  لا يدوم الشفق طول الليل واذا كانت الشمس في الجانب الآخر من خط الاستواء  
يكون ميلها  $١٨^\circ$  - مم العرض

(٩٧) مفروض صعود جسم المستقيم وميله مطلوب طوله وعرضه

ليكن  $ي ق$  (شكل ٢٢) خط الاستواء وف قطبة  $وي$  س دائرة البروج ورقطبتها  $وص$  موضع الجسم. ارس  $ف ص$  ورس وارسم  $ص ب$  عمودية على  $ف ص$  ف  $ص =$  مم الميل و  $ف =$   $ي ق$  أي ميل دائرة البروج على خط الاستواء والاعتلال الربيعي و  $ص ف ق$  مم الصعود المستقيم و  $ص رس$  مم الطول و  $ص مم العرض$ . في المثلث القائم الزاوية  $ف ص ب$  مفروض الضلع  $ف ص$  أي مم الميل والزاوية عند  $ف$  أي مم الصعود المستقيم. استعمل  $ق ب$  فيعرف  $رب$  أي  $رف + ف ب$  ثم

شكل ٢٢

(٢٩)

ج رب ج ف ب ماس ف ماس ر

فنستعمل الزاوية راي مم الطول ثم في المثلث القائم الزاوية  $وص ب$  مفروض  $رب$  والزاوية عند  $ر$  مطلوب  $وص$  أي مم العرض

مثال ١. صعود سمار المستقيم كان بالرصد  $٨٢^\circ ٧'$  وميله  $٢٤^\circ ٢٦'$  ش وميل دائرة البروج  $٢٢^\circ ٢٧'$  مطلوب طول السمار وعرضه

الجواب طول  $٨٢^\circ ٤٩'$  عرض  $١٠^\circ ١٠'$  ش

مثال ٢. ما هو طول نجم وعرضه إذا كان صعوده المستقيم  $٤٠^\circ ٤٩'$  وميله  $٦٦^\circ ٢٧'$  ش

الجواب طول  $٧٢^\circ ٧'$  عرض  $٤٣^\circ ٢٤'$  ش

### في العرض الأرضي

(٩٨) الوسائط لاستعلام عرض مكان على سطح الأرض عديدة منها بسيطة جداً ومنها ما يقتضي

له حسابات مثلثات كروية فلتوضح أبسط هذه الوسائط هنا منفصلاً وترك الباقي للقسم العملي

(١) يعرف العرض من ارتفاع القطب (حد ٢٠) فلو كان نجم القطب أي " من الدب

الأصغر في القطب تماماً لانتضى قياس ارتفاعه فقط لمعرفة عرض المكان ولكنه ليس في القطب تماماً وبعد عنه يتغير قليلاً كل مدة لأسباب سيأتي ذكرها في محله وإن استعملنا ميله لوقت مفروض من الجداول السنوية يكون مم الميل بعد عن القطب. مثال ذلك ميله في أول آب سنة ١٨٧٤

$٨٨^\circ ٣٨' ٧''$  فيكون بعد القطبي  $٢١^\circ ٢٤'$  ثم متى تكبد فوق القطب قس الارتفاع بالسدس أو بالآلة أخرى لقياس الزوايا واصلح الارتفاع الظاهر للانكسار وانخفاض الانقي (ولا اختلاف للنجوم

الثوابت) ثم من الارتفاع بعد اصلاحه كما تقدم طرح البعد القطبي فما كان هو العرض وإن كان في تكديده الأسفل فاضف البعد القطبي الى الارتفاع الظاهر بعد اصلاحه كما تقدم

فما كان هو العرض

لكي يعلم أهو فوق القطب او تحته لاحظ كذا أي  $\beta$  من ذات الكرمي لان نيم القطب هو عن القطب الى جهة  $\beta$  ذات الكرمي فان كان  $\beta$  ذات الكرمي فوق القطب يكون نيم القطب فوق القطب والعكس بالعكس ولكي تعلم لحظة تكديده فتناول صعوده المستقيم من الجدول السنوية وعندما تدل الساعة النجمية على ذلك فهو على الماجرة وإن كان مغرزي  $\theta$  الدب الأكبر فوق القطب فعم القطب تحت القطب

اذا قيس ارتفاع نيم القطب  $\theta$  ادقينة قبل وصوله الى الماجرة او  $\theta$  بعد وصوله اليها لا يحصل من ذلك خلل في العرض أكثر من  $\theta$  وإن اخذنا ارتفاعه  $\theta$  قبل وصوله الى الماجرة او  $\theta$  بعد ذلك لا يحصل خلل في العرض أكثر من  $\theta$

ويستعمل وقت وصوله الى الماجرة وقتاً نسبياً بهذه القاعدة

اطرح صعود الشمس المستقيم لليوم المفروض من صعود النجم المستقيم بعد ان تضيف اليه ٢٤ ساعة ان كان صعوده المستقيم اقل من صعود الشمس المستقيم والباقي هو الوقت بعد الظهر الذي فهو يصل الجرم المفروض الى خط نصف النهار

$$\text{مثال. ص م } \alpha \text{ دب اصفر الابلول } 1849 + 24 = 1873 \text{ } 5^{\circ} 20'$$

$$10^{\circ} 11' 41''$$

ص م الشمس لليوم المفروض

$$= 14^{\circ} 33' 51''$$

حساب فلكي

$14^{\circ} 33' 51'' - 10^{\circ} 11' 41'' = 4^{\circ} 22' 10''$  صباح ثاني ابلول حساب اعنيادي ثم ان قسنا في ذلك الوقت ارتفاع النجم واصحناه لانكسار وانخفاض الافق وطرحنا البعد القطبي للوقت المفروض يكون لنا العرض والامر واضح ان هذا العمل يصلح في كل نيم بقرب القطب وهذه ابسط الوسائل لاستعلام العرض

(٢) من ارتفاع الشمس اذا كانت على الماجرة أي الظهر

ان رصدنا الشمس بالمدس قبل الظهر قليلاً نجد صورة الشمس بعد انزالها الى الافق لم تبقى هناك بل ترتفع عنه فيجب ان نزلها ايضاً حتى لا تعود ترتفع بل تنزل الى تحت الافق وعندما نشعر بوقوفها تكون على الماجرة وإن استعملنا الافق الزيني فجعل الصورة قس التي في الزيني وكل ما ابعدت احداها عن الاخرى نقرها ايضاً حتى لا تعود تبعد احداها عن الاخرى بل تتركانا ولنا من ذلك الارتفاع الظاهر فاصحناه لانكسار والاختلاف وانخفاض الافق ان استعملت الافق

النظري فإكان هو الارتفاع الحقيقي فاطرحه من ٩٠ فإكان هو بعد الشمس عن سمت الرأس ثم ان كانت الشمس في ميل شمالي فاضف الميل الى البعد عن سمت الرأس فإكان هو العرض وإن كانت في ميل جنوبي فاطرح الميل عن البعد السمتي فإكان هو العرض . وهذه الوسيلة يعتمد عليها أكثر من الأولى لصعوبة أصابة الأقي ليلاً ولكن متى كانت الشمس بقرب المدار الصيفي لا يمكن قياس ارتفاعها بواسطة السدس على الطريقة الاعتيادية بالأقي الزيني لكبر الزاوية وقد تنزل الشمس الى الأقي النظري الى جهة الشمال اذا كان الجمر الى تلك الجهة من الناظر باستقبال الشمال وإنزال الشمس الى الأقي الشمالي ثم اطرح ٩٠ من الارتفاع بعد اصلاحه للانكسار الخ فإبقى هو البعد عن سمت الرأس ثم اقل كما تقدم

مثال . ارتفاع الشمس الظاهر بالسدس ٦٤° ٣٩' ٤٠" مطلوب عرض المكان

٦٤ ٣٩ ٤٠

الارتفاع الظاهر

٥٣° ٥ ١٥

بقي الشمس

٦٤ ٥٥ ٢٣

ارتفاع مركز الشمس الظاهر

٢٦ +

اضف الاختلاف

٦٤ ٥٥ ٢٦

اطرح الانكسار

٢٣ -

٦٤ ٥٥ ١٣

ارتفاع مركز الشمس الحقيقي

٩٠

اطرحه من ٩٠

٢٥ ٤ ٤٧

البعد عن سمت الرأس

٨ ٣٨ ٢٣

اضف ميل الشمس لانه شمالي

٢٣ ٤٣ ٣١

العرض =

(٩٩) قد يحدث احكاماً ان الشمس لا تترى وقت الظهر في ايام الشتاء والغيمة في ايام الصيف ولنا وسيلة لاستعلام العرض من رصد ارتفاع الشمس مرتين في اية ساعة كانت من النهار وبحث المرة الاولى والثانية ساعة او أكثر وإن امكن يجب ان يكون الوقت بين الرصد الاقرب الى الظهر والظهر اقل من الوقت بين الرصدين وتوضيح كيفية العمل من هذا الرسم

ليكن ز (شكل ٣٤) خط نصف النهار للمكان وز سمت الرأس ص مكان الشمس في الرصد الاول وص مكانها في الثاني ثم في الثلث ص ف ص مفروض الوقت بين الرصدين = الزاوية ص ف ص وايضاً ص ف ص = متم ميل الشمس في الوقتين وايضاً ص ف ص

متم الارتفاع في الوقتين بعد اصلاحه للاختلاف والانكسار وخطاء الآلة وانخفاض الافق ان  
استعمل الافق النظري وان استعمل الرقيق فلا يقتضي اصلاح  
للاختفاض



شكل ٢٤

ثم في المثلث ص ف ص نستعمل أولاً الزاوية ف ص ص  
ثم الضلع ص ص ثم في المثلث ص ز ص لنا الاضلاع الثلاثة  
فنستعمل الزاوية ز ص ص اطرح منها الزاوية ف ص ص تبقى  
الزاوية ف ص ز ثم في المثلث ف ص ز لنا الزاوية ف ص ز

والضلعان ف ص ز ومنها نستعمل الضلع ف ز وهو مم عرض المكان  
لبقع خط وهي من الزاوية المجهولة غير المطلوبة عمودياً على ف ص ومنه نسا من ف ص  
ص ب مثلاً

(٢٠)  $\frac{1}{2} \text{ ق} : \text{ ن ج ف} :: \text{ ماس ص ف} : \text{ ماس ف ب}$   
ثم فضله ص ف و ف ب = ص ب

(٢١)  $\text{ ج ص ب} : \text{ ج ف ب} :: \text{ ماس ف} : \text{ ماس ص}$   
ان كان ص ف اكبر من ص ب تكون ص ف و ف متشابهتين  
وان كان ص ف اصغر من ص ب تكون ص ف و ف مختلفتين . فعرفت الزاوية ف ص ص  
ولكي يستعمل ص ص

(٢٢)  $\text{ ن ج ف ب} : \text{ ن ج ص ب} :: \text{ ن ج ص ف} : \text{ ن ج ص ص}$   
ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ف ص و ص ص متشابهتين والاف مختلفتين  
ثم في المثلث ز ص ص مفروض الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية ز ص ص  
فلنستخدم العبارة الاولى من عبارات تبير لهذا المفروض لان الزاوية المطلوبة ليست منفرجة

لنفرض ص ز = ب ص ز = ا ص ص = س  $\frac{1}{2} \text{ ق} = \text{ واحد}$  ا + ب + س = م

(٢٣)  $\frac{\text{ ج } \frac{1}{2} \text{ زاوية ز ص ص} = \frac{\text{ ج } (ب - \frac{1}{2} \text{ ق}) \times \text{ ج } \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ ج ب } \times \text{ ج س}}$

لاتمام العمل بموجب هذه العبارة خذ نصف مجموع الاضلاع واطرح منه الضلعين المحيطين بالزاوية  
المطلوبة والى جيبى الباقيتين اضف النصف الحسابي لجيبى الضلعين واقسم المجموع على اثنين فما كان فهو  
جيب  $\frac{1}{2}$  الزاوية المطلوبة . او استخدم احدى عبارات في صحيفة ١٤٤ من كتابي في التعاليم

ثم اطرح ف ص من ز ص يبقى ز ص في المثلث ز ص ف لنا الضلعان والزوايا  
بينها مطلوب الضلع الآخر ف بحسب تقدم ليقع عمودي من ز على ص ف

١٢٠ : ن ج ف ص : ١١٠ : ماس ز ص : ماس ص ب  
فضله ص ف و ص ب = ف ب

(٣٥) ن ج ص ب : ن ج ف ب : ن ج ص ز : ن ج ز ف  
ان كان ص ب و ف ب متشابهين تكون ص ز و ز ف متشابهين والافضلتين  
مقال . ساعة ١ و ٢٠ : ق ط وقت ظاهركان ارتفاع الشمس الظاهر ٤٢' ٢٤" ٤٠  
وساعة ١٠ : ٢٠ : كان ارتفاع الشمس ٦٦' ٢٠" ٢٥ : مطلوب عرض المكان على افتراض ميل  
الشمس في الرصد الاول ١٩' ٥٤" ٤٢' ٤٨" وفي الثاني ١٩' ٥٣" ٤٦' ٤٨"

تفصيل العمل

الرصد الاول ١٩' ٥٤" ٢٠ : ق ط الارتفاع الظاهر ٤٢' ٢٤" ٤٠  
خطاه الآله

٢٦' ٢٤" + الاختلاف

٤٦' ١٠" ١٥ : ١ : ١٢٠ : ١٠ : ٢٠ : ٤٢' ٢٤" ٤٠  
١ : ٢٠ : ٤٢' ٢٤" ٤٠ : ١٠ : ٢٠ : ٤٢' ٢٤" ٤٠  
٥٦' ٨٤" - الانكسار

٤٢' ٢٤" ٤٠ : ٢٢' ٥٠" = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الاول

الرصد الثاني ١٠' ٢٠ : ق ط الارتفاع الظاهر ٦٦' ٢٠" ٢٥

١٠' ٢٠ : ٢٠ : ٤٦' ١٠" ١٥ : ١ : ٢٠ : ٤٦' ١٠" ١٥  
خطاه الآله + قطر الشمس

١ : ٢٠ : ٤٦' ١٠" ١٥ : ١ : ٢٠ : ٤٦' ١٠" ١٥  
١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" + اختلاف

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧ : ٢٦ : ٢٧ : ١١' ١' ٢٧  
٣' ٤٢" - الانكسار

الحقيقي عند الرصد الثاني

الوقت بين الرصدين = ٢٠ = زاوية ص ف ص

٩٠ - ٤٢' ٤٠" = ٢٣' ٥٠" = ٤٧' ١٩" = ٣٧' ٥٠" = ص ز

٩٠ - ٦٦' ٢٦" = ٥٠' ٥٢" = ٢٣' ٢٣" = ٤٨' ٢٤" = ص ز

الميل عند الرصد الأول = ١٩' ٥٤" = ٤٢' ٤٨" فيكون ص ف = ١١' ٥٨' ٥٠"

" عند الثاني = ١٩' ٥٣" = ٤٦' ٤٠" " ص ف = ١٢' ١٦' ٦٠"

لاستعلام ص ف من ج ف: ص ف مثلاً. فضلة ص ف و ف = ص ب

ج ص ب: ج ف ب: ص ف: ص ف: ان كان ف ص < ص ب تكون زاوية

ص و ف متشابهين وإلا فمختلفين

ن ج ف ٢٠ = ١٣٧٥٢٠٦

م ف ص ١١' ٥٨' ٥٠" = ١٠' ٤٤٠٩٧٩٠

١٠' ٣٧٨٥٠٩٦ = م ف ب = ١٦' ١٨' ٦٧"

ف ص = ١٢' ١٦' ٦٠"

ف ب = ١٦' ١٨' ٦٧"

٢' ٤٨' ١٢" = ص ب ص و ف متشابهين

ج ف ب ١٦' ١٨' ٦٧" = ١٦٤٨١٥٣ =

م ف ٢٠ = ١٧١٤٢٩٤ =

١٩' ٧٢' ٦٣٤٧

ج ص ب ٢' ٤٨' ١٢" = ٦٨٩٤١٢٣ =

١١' ٠٤٦٩٣١٥ = م ص = ١١' ٤٥' ٨٤"

لاستعلام ص من ن ج ف ب: ن ج ص ب: ن ج ف ص: ن ج ص

ن ج ص ب ٢' ٤٨' ١٢" = ١٢٩٤٨٠٠ =

ن ج ف ص ١١' ٥٨' ٥٠" = ١٠٣٢٢٤٥٠ =

١٩' ٥٣' ١٧٣٥٠

ن ج ف ب ١٦' ١٨' ٦٧" = ١٠٨٦٤٧٥٧ =

١٩' ٤٤٥٢٤٩٣ = ن ج ص =

٢٨' ١٠' ٢٧"



في المثلث ص ص ص = ٢٧° ٥٠' ١٩' ٤٧"

ص ص = ١° ٤٨' ٢٣' ٢٣"

ص ص = ١° ٢٧' ١٠' ٢٧" مطلوب ص ص

٢) ٤٧° ٢٥' ٥٢' ٩٨"

المجموع

٢٣° ٦٢' ٢٦' ٤٩"

نصف المجموع

البقية الاولى ٢٦' ٢' ١٤' ١٤" ج = ١° ٦٤' ٢٦' ٧٩١"

" البقية الثانية ٢١' ١٦' ١٤' ٣٥" ج = ١° ٥٥' ٢٦' ٣٠٦"

ص ص = ٢٣' ٢٣' ١° ٤٨" ج ج = ١° ٤٠' ١٢' ٩٢٧"

ص ص = ٢٨' ١٠' ١° ٢٧" ج ج = ١° ٢٢' ٥٩' ٨٢٨"

٢) ١٩° ١٢' ٩٥' ٨٦٢"

١° ١٩' ١٢' ٩٥' ٨٦٢" = ج ص ص

= ٢٧° ١٤' ٢٣' ٢٢"

٢٣° ٢٨' ٤٦' ٤٤" = ص ص

ف ص ص = ٨٤° ٤٥' ٧' ٦١"

٤٩° ٤٣' ٣٨' ٨٣" = ص ص

في ص ص = ٢٣' ٢٣' ١° ٤٨"

ص ص = ٧٠° ٦' ١٣' ٩٦"

لاستعلام ز ف ق : ن ج ص م ص ص م ص ص

فضلة ص ص ص = ف ب ن ج ص ص ب : ن ج ص ص ز : ن ج ف ز

ان كان ص ص ب و ف متشابهين يكون ص ز و ف متشابهين والّا فمختلفين

ن ج ص ص = ٤٩° ٤٣' ٣٨' ٨٣" = ١° ٨١' ٥١' ٧٧"

م ص ص = ٢٣' ٢٣' ١° ٤٨" = ١° ٦٣' ٥٩' ٨٢٧"

١° ٤٤' ٦٤' ٥١٤" = م ص ص = ٥° ٣٧' ١٥"

ص ص = ٧٠° ٦' ١٣' ٩٦"

ص ص = ٢٧° ١٥' ٥"

٥° ٢٩' ٨' ٨" = ف ب فيكون ص ز و ف متشابهين

$$\text{ن ج ف ب } ٥٤' ٢٩'' ٨' = ١٠٤٧' ٦٤١''$$

$$\text{ن ج ص ز } ٢٣' ٢٣'' ٤٨' = ١٠٢٦٢٧٧٢٦''$$

$$١٠٢٧٢٨٧٧٣''$$

$$\text{ن ج ص ب } ١٠' ٢٧'' ٥' = ١٠٨٢٦٦١٤''$$

$$١٠٧٤٢٣١٥٩'' = \text{ن ج ف ر -}$$

$$- ٥٦' ٢٣'' ١٢' = \text{م م العرض}$$

$$٢٣' ٢٦'' ٨٨' ٥٧'' = \text{العرض}$$

## في كيفية اصطناع المزاويل

(١٠٠) ان الشمس في الظاهر تكمل دورانا واحدا حول الارض في ٢٤ ساعة فتكون حركتها

كل ساعة  $\frac{360}{24} = ١٥^\circ$  ثم ان حسيبا الارض شفاة ومحور ما ف ف مظلما يقع ظل الخط ف ف ت



شكل ٢٥

على الخط من خطوط نصف النهار الذي يقابل مكان الشمس ويترك ذلك الظل  $١٥^\circ$  كل ساعة فليكن فرم (شكل ٢٥) خط نصف النهار لكان زفصد اظهر يقع ظل ف ف ت على ف ف ر ف ويقطع سطح الافق ن و ر في الخط س ر ثم بعد ساعة اسبه الساعة الواحدة بعد ١٢ يقع ظل ف ف ت على الخط ف ا ف ويقطع سطح الافق في الخط س ا وبعد ساعتين يقع الظل على الخط ف ا ف ويقطع سطح الافق في الخط س ا وهكذا الى النهاية

الزاوية رس ا =  $١٥^\circ$  ورس ا =  $٢٠^\circ$  وملتجزا الخوف ومعروفة اي عرض المكان وف ر ا قائمة والزاوية ر ف ا =  $١٥^\circ$  مطلوب ر ا اي قياس الزاوية البسيطة رس ا اجعل ف ر ا وسط فيكون ر ف ا ورا المجهزين المتواليين وحسب قاعدة نيبر

$$\frac{\text{ف ف ر}}{\text{رس ا}} = \frac{\text{ف ف ر}}{\text{رس ا}} = ١ \text{ اي م ر ا} \quad \text{و} \quad \frac{\text{ف ف ر}}{\text{رس ا}} = ١ \text{ اي م ر ا}$$

(٢٦)

$$\text{اي م ر ا} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ا}$$

$$\text{ومكنا ماس ر} = \text{ج ف ر} \times \text{م ر ف ا الخ}$$

اسمى ماسات الزوايا ١٢ س ١ ١٢ س ٢ الخ = ج العرض X ماسات الزوايا الحادثة عند القطب اي ١٥ ٢٠ ٤٥ الخ  
فان قُرْص عرض مكان ٢٣ ٤٣ ٢٠ نصف جيب هذا العرض الى ماس ١٥ فيكون لنا ماس الزاوية رس ١ ومكنا الخ

ثم انقل هذه المخطوط وهذه الزوايا الى سطح الارض عند ز فيكون لك مزولة موازية سطح الافق تقطع لعرض مكانك ولا فرق ان جلست زد عمودها على سطح الدائرة او مائلاً غير انه ان كان مائلاً يجب ان تكون الزاوية در ١٢ = عرض المكان

(١٠١) ان اردت اصطناع مزولة عمودية على سطح الافق فاحسب ظل ف ف ت واقفاً على سطح عمودي على سطح الافق ماراً بمركز الارض فيقع الخط س ١٢ على الخط س م ثم افعل كما تقدم ثم بعد اصطناع المزولة ركبها حتى يقع الظل عند الظهر على الخط س ١٢ او اجعل الخط س ١٢ على موازاة خط نصف النهار لمكانك بضبطه على نجم القطب عند وصوله الى خط نصف النهار حسبما تقدم في الكلام عن العرض

### في هيئة الارض وكثافتها

(١٠٢) قد رأينا سابقاً ان للارض هيئة شبه كروية ولما كان نصف قطر الارض قاعدة المثلثات التي تم بها القياسات الفلكية فيجب التدقيق التام في معرفته وهو يستعمل من اربعة اشياء  
الاول فعل القوة الدافعة الى خلاف جهة المركز الحاصلة من دوران الارض على محورها  
الثاني قياس اقواس من خطوط نصف النهار على سطح الارض  
الثالث اختلاف خطان رقاص في اماكن مختلفة

الرابع اختلاف فعل جاذبية الارض بالقمر بسبب زيادة الميولي في الجهات الاستوائية  
(١٠٣) القاعدة الاولى للقوة الدافعة عن المركز اذا تحرك جسم في دائرة



شكل ٣٦

اذا دار جسم في دائرة فالقوة الدافعة عن المركز او المجاذبة الى المركز (لانها متساوية) تنغور بالنسبة الى مربع السرعة مقسوماً على  $\frac{1}{r}$  في الدائرة

لنفرض ا د (شكل ٣٦) = س السرعة اسمى المسافة التي يدور بها جسم في ثانية واحدة فالقوة الدافعة بدل عليها اب ولولا القوة المجاذبة نحو المركز لترك الجسم على اب ولكن القوة

الجاذبة ا ر تجذب نحو ي فيقول الجسم عن ا ب الى ا د فلكن الجاذبة ج اما ا د فيدل على القوس او على وتر ذلك القوس لان الفرق بين قوس صغيرة ووترها لا يعتد به فلنا ا ر : ا د :: ا د : ا م (اقليدس ق ٨ ك ١ م)

$$\text{اوج } \text{س} : \text{س} :: \text{س} : \text{س} \times ٢ : \text{ق} \text{ اي ج} = \frac{\text{س}}{\text{ق}^2} \text{ اي الجاذبة تتغير بالنسبة الى } \frac{\text{س}}{\text{ق}^2}$$

وفي كل حركة في دائرة القوة الجاذبة والنافعة متعادلتان وفي دائرة مفروضة قيمة  $\frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}$  ثابتة فتتغير القوة النافعة او الجاذبة بالنسبة الى مربع السرعة

مثالة . في ادارة كرة مربوطة بخيط على طول مفروض اذا تضاعفت السرعة يزد الشد على الخيط ٤ اضعاف فيقتضي ان تزيد متانة الخيط اي القوة الجاذبة ٤ اضعاف ايضاً

(١٠٤) القاعدة الثابتة - اذا دار جسم في دائرة فالقوة الجاذبة او النافعة هي بالنسبة الى  $\frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}$  الدائرة مقسوماً على مربع وقت الدوران

لنفرض ت وقت الدوران في الخوط ٢  $\pi$   $\frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}$  (انظر كتابي في المساحة الخ صحيفة ٢٢٤) ولكن س = السرعة في ثانية واحدة

$$\text{فلنا } \pi^2 \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2} = \text{ت س س} = \frac{\pi^2}{\text{ت}} \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2} \text{ وس} = \frac{\pi^2}{\text{ت}} \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2} \text{ وقد تقدم (١٠٣) ان}$$

$$\text{ج} = \frac{\text{س}}{\pi^2 \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}} = \frac{\pi^2}{\text{ت}} \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2} \text{ وذلك يتغير بالنسبة الى } \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}$$

فان كان الوقت ثابتاً يجب ان تزيد القوة الجاذبة بالنسبة الى زيادة نصف القطر لان ج  $\propto \frac{\text{ق}}{\text{ق}^2}$  اي اذا تضاعف طول الخيط يقتضي ان تضاعف متانته لكي يدير الكرة في الوقت الاول

(١٠٥) لو فرض ان الأرض كانت في البدء سائلة ثم دارت على محورها لحصل من ذلك تمدد عند خط الاستواء وتسطح عند القطبين وان حسبها جامدة لتكومت المياه عند خط الاستواء

واكتشفت اليابسة عند القطبين ويترجم من ذلك ان هواجر الأرض ليست دائرية بل انها هليلجيات بناء على معرفتنا بفعل الحركة الى خلاف جهة المركز في سائر الاجسام وقد صرح بذلك اولاً اصفى

نيوتون وقد ثبتت من اوجوشى

(١٠٦) في القوة النافعة عن المركز على سطح الأرض - كل جوهر من الهيلي على سطح

الأرض يتأثر بالقوة النافعة

ليكن ن ص (شكل ٢٧) المحور وج جوهر هيلي متحرك في دائرة نصف قطرها ج ط فيدل

ج ب على القوة الدافعة . حلها الى ج د على استقامة س ج وج ف ماس الدافعة ن وص . فإن



شكل ٢٧

فعل ج د يختلف وزن ج وفعل ج ف يدفعه نحو خط الاستواء على جهة ماس السطح عند ج . فإذا كانت الجواهر على سطح الأرض قابلة للحركة لاتبني الصورة الكروية الآ عند القطبين ن وص فيخفضان والاجزاء على خط الاستواء ي ت ترتفع فيحفظ الجهور على الموازنة بالموازنة بين ذلك القسم من الجاذبية الجاذبة نحو خط الاستواء اي ج ف والقسم من الجاذبية نحو المركز الذي يجذب على السطح المائل نحو القطب

(١٠٧) في خسارة الوزن عند خط الاستواء بالدوران اليومي

لنفرض ن وزن جرم دال على فعل الجاذبية ولنفرض  $\frac{1}{f}$  =  $(\frac{1}{16} \frac{1}{11})$  قدماً اي النسبة التي يطر عليها الجرم الواقع في ثانية واحدة وج القوة التي تؤثر بالجرم على ا ر (شكل ٢٦) في ثانية

وار (من حيثية كونه قياس ج) =  $\frac{\pi^2}{f} \frac{1}{t^2}$  (ع ١٠٨) فإذا

$$(٢٧) \quad \text{ن ج} = \frac{1}{f} \times \frac{\pi^2}{t^2} \quad \text{اي ج} = \text{ن} \times \frac{\pi^2}{f} \frac{1}{t^2}$$

وبالتعويض عن هذه الحروف بنسبتهما

$\frac{1}{f}$  على الأرض الاستوائي =  $٢٩٦٢' ٨$  ميلاً =  $٢٠٩٢٣٥٨٤$  قدماً

والأرض تدور مرة في  $٢٤$  ساعة فجيئة =  $٨٦٤٠٠$  ثانية فجيئة وتحويلها الى ثواني شمسية (ع ١٠٩)

اي بضرها في  $١٠٠٣٧٣٦٩١$  نصير

ت =  $٨٦١٦٤$  ثانية

$$\text{وج} = \text{ن} \times \frac{٢٠٩٢٣٥٨٤ \times (٢' ١٤١٥٩) \times ٤}{(٨٦١٦٤) \times ٢٣ \frac{1}{f}}$$

وبما ان القوة الجاذبة على خط الاستواء تجذب الى المركز بالاستقامة فالجرم على خط الاستواء

يخسر من وزنه بدوران الأرض اليومي  $\frac{1}{٢٨٩}$

(١٠٨) اما الخسارة في عرض آخر فلان ج يتغير بالنسبة الى  $\frac{1}{f}$  كما تقدم (ع ١٠٩)

فالقوة الدافعة عن المركز في على معطيا عند خط الاستواء ولا شيء عند القطبين ونسبة القوة

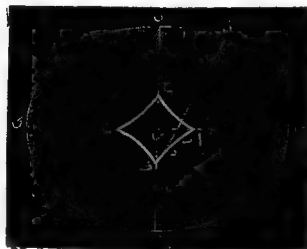
الدافعة على خط الاستواء : تلك القوة في عرض آخر مثل ج (شكل ٢٧) : وس : ج ط ا ب

"  $\frac{1}{4}$  ق : ن ج العرض ولكن القوة الدافعة لا تقاوم المجاذبية على خط مستقيم الا عند خط الاستواء  
فاذا كان ج ب كل القوة الدافعة عند ج يكون ج د القسم منها الذي يقاوم المجاذبية ونسبة  
ج ب : ج د : ج س : ج ط اي "  $\frac{1}{4}$  ق : ن ج العرض فيقل الوزن ايضا على النسبة المذكورة  
فنسبة خسارة الوزن على خط الاستواء الى خسارته في اي عرض قُرِض "  $\frac{1}{4}$  ق : مربع ن ج  
العرض اي ج د  $\infty$  ج ط "

(١٠٩) قد ظهر بالرقاص ان وزن جسم على خط الاستواء يقل عما هو عند القطب  $\frac{1}{194}$   
وقد تبين ان الخسارة بالقوة الدافعة في  $\frac{1}{189}$  فيبقى  $\frac{1}{94}$  لا يعطى عنه بهذا السبب فينسب الى الهيئة  
العليجية بها يصير خط الاستواء ابعد من القطب عن المركز

(١١٠) ثم يبرهن صحة ما تقدم بقياس اقواس من خطوط نصف النهار في اماكن مختلفة  
بين خط الاستواء والقطب فان وُجِدَت الدرجات متساوية ابداً تكن الارض كرة وان وُجِدَت  
الاممال في درجة من العرض تزيد بالاقتراب الى القطبين تكون شبيهة بكرة وقطرها القطبي  
اقصر من قطرها الاستوائي

لو كانت المواجر دوائر لكانت درجات العرض على طول واحد ابنا وقعت واذا طالت  
الدرجة نحو القطب فلان نصف قطر القوس قد طال فتكون تلك القوس قوساً من دائرة اكبر



شكل ٢٨

وتغير الانحناء على هذه الكيفية من خصائص  
العليجي فعند ق (شكل ٢٨) تكون الدرجة  
اقصروا عند ك اطول وعند ل اطول  
وهكذا الى القطب ن . ومركز قوس ق هو  
ا اي اقرب الى السطح من مركز العليجي  
ومركزه عند ب ومركز ل عند د ومركز  
القوس القطبي ن عند ف اسب الى الجهة  
المقابلة من المركز س . فمراكز الربع العليجي  
ق ن هـ في المخفي ا ب د ف وهو المستوي

فترج ذلك الربع فكل ربع من كل هاجرة حاصل من انفراس درج والدرج الاربعة تكون  
الشكل اف غ ح حول المركز فلا نقطة من الهاجرة مركزها في مركز الارض

(١١١) ولاجل ايضا ك كيفية قياس خط من خطوط نصف النهار لنفرض

مباعدة الهاجرة اي فضلة نصف المحور الاكبر وبعد المركز عن المحرق

A = نصف المحور الاطول اي  $\frac{1}{2}$  في الارض الاستوائي

B = نصف المحور المنضم " " " القطبي

ط وط' طول قوسين من الهاجرة بينهما  $\alpha$  من العرض

ع ع' عرض منتصف القوس ط والقوس ط'

فمستعلم ع ع' وط وط' بالرصد والقياس وقد تقدم كيفية استعمال العرض اي ع وع'

فلاستعلم ط وط' قس القاعدة اب بالتدقيق (شكل ٣٩) على سهل

متسع وعين مقامات الى الجنوب او الى الشمال من دي ح ف بحيث يرى

س من ا ومن ب ويرى د من س وب ويرى ي من س ود وهلم

جرا الى النهاية فالانظر امرانه بعد قياس اب فعلا وقياس الزوايا عند

ب وس يستعمل اس وس ب وهكذا في كل المثلثات. ثم حوّل هذا القياس

الى سطح الافق هكذا

ليكن ز (شكل ٤٠) سمت الراس ومن الافق واب مقامين

واستعلم ارتفاعهما ا ن ب والبعد بينهما اب ثم في المثلث راب مفروض

شكل ٣٩

الاضلاع فستعلم الزاوية ز اي القوس من قياسها على الافق. ويستفنى عن هذا القول اذا قيس

الزوايا بواسطة آلة ذات نظارة تحرك عمودية على الافق

وعند قياس اس ب (شكل ٣٩) تُعرف الزاوية المحاذية

بين اس والهاجرة ومسطح كل ضلع X نظير جيب الزاوية المشار

اليها (اي التي يحدنها مع الهاجرة) يعدل طول ذلك الضلع اذا

اُتي على سطح الهاجرة ويجمع القاءت صف من الاضلاع مثل اب

وب س وس د ودي وي ح وج ف يعدل ل ل

افرض  $a =$  مجموع القاءات المشار اليها اميالا

وع  $y =$  عرض النقطة ا اي النعالية

وع  $j =$  " " " ف " الجنوبية

فلنا ع  $y - ع' ح : a :: 1 : ط$

وط  $= \frac{ع - ع' ح}{a} = \frac{ل د + ل ح}{a}$

كرّر هذا العمل في مكان آخر الى الشمال او الى الجنوب من الاول فستعلم قيمة ط ول فستعلم

طول قوس من الهاجرة في العرضين ومن ذلك المحيط حسب قواعد قطع المخروط في خصائص



شكل ٤٠

(١١٢) قد قاس معلوم هذا الفن أقواس من خطوط نصف النهار على درجات مختلفة من العرض وكانت كما يأتي

في المند الشرقية في عرض	١٢° ٢٢' ٢٠"	فكانت الدرجة	٢٦٢٩٥٦	قدماً
" " " "	١٦° ٨' ٢١"	" " "	٢٦٣٠٤٤	"
" " " "	٢٩° ١٢'	" " "	٢٦٣٧٨٦	"
" " " "	٤٣° ٥٩'	" " "	٢٦٤٢٦٢	"
" " " "	٤٤° ٥١' ٢"	" " "	٢٦٤٥٧٣	"
" " " "	٥٤° ٨' ١٤"	" " "	٢٦٥٠٨٧	"
" " " "	٥٦° ٣' ٥٥"	" " "	٢٦٥٢٩١	"
" " " "	٦٦° ٢٠' ١٠"	" " "	٢٦٥٧٤٤	"

وعلى موجب هذه التباسات يكون  $0.006868 =$

$A =$  القطر الاستوائي  $7925^{\circ} 6.4$  ميلاً

$B =$  " القطبي  $7999^{\circ} 11.4$

المعدل  $7912^{\circ} 30.9$

فضلة القطرين  $79^{\circ} 49'$  ميلاً والهلجة  $A$  فضلة  $\frac{1}{4}$  قى الاستوائي والقطبي في اجراء من

الاستوائي محسوبة واحداً  $\frac{B-A}{A} = \frac{1}{381}$  من المعدل (٢٨)

فيكون جرم الأرض  $7912^{\circ} 30.9 \times \frac{4}{3} \pi$

$= 0.5266 = 209400000000$  ميل مكعب

و  $209800000000$  اذا اضفنا الزيادة

(١١٣) وقد اتضح ايضاً ان دائرة خط الاستواء ليست دائرة تامة بل هلجية وان قطرها

من طول  $14^{\circ} 23'$  شرقاً الى  $14^{\circ} 23'$  شرقاً اطول من العمودي طوله ميلين

الاطول  $41852864$  قدماً

الاقص  $41844296$  قدماً

(ذكر في اعمال الجمعية الفلكية مجلد ٢٩ سنة ١٨٦٠) فلو توهمنا كرة مصنوعة على القطر القطبي

يكون الفرق بين الكرة الموهومة والكروية الحقيقية حلقة او منطقة او قشرة عنها عند خط الاستواء

$3$  ميلاً ترق عن الجانبيين نحو القطبين وهذه المنطقة او هذه الحلقة قد سُميت حلقة الأرض الاستوائية



وفي تأثر في حركات الأرض والقمر نسبة بعضها الى بعض من زيادة الجاذبية عليها  
(١١٤) محيط الأرض الاستوائي ٢٥٠٠٠ تقريباً او ٢٤٨٩٦ ثنائياً ودرجة العرض ٥٠°  
في ٧٠ ميلاً تقريباً وفيها من الوف الاقدام ما يعدل ايام السنة اي ٣٦٥٠٠٠ وكل ثانية ١٠٠ قدم  
تقريباً في العرض المذكور

(١١٥) ثالثاً يبرهن كون هيئة الأرض شبيهة بكرة من خطر ان رقاص على موجب قاعدة في  
الميكانيكيات اي ان خطر ان رقاص على طول واحد اذا فعلت فيه قوات مختلفة يتغير كغيره جزئياً  
تلك القوات المائلة فاذا انتقل رقاص الى اماكن مختلفة وعُيُنَت مراراً خطر ان في وقت مفروض  
تُعرَف نسبة قوة الجاذبية في تلك الاماكن بعضها الى بعض ومن ثم يُحَسَّب بعد الاماكن عن مركز  
الأرض واخيراً نسبة القطر الاستوائي الى القطبي وقد وُجِد ان الخطر ان يسرع بالتقدم الى ناحية  
القطب فيكون القطب اقرب الى المركز من خط الاستواء

(١١٦) رابعاً يبرهن ان الأرض شبيهة بكرة من ان للقمر اختلافاً في حركته حاصلاً من  
زيادة جاذبية اجزاء الأرض الاستوائية فمن هذه الاختلافات يُعرَف مقدار زيادة الميولي في اجزاء  
الأرض الاستوائية ومن هذه الطرق المستقلة تُعرَف هيئة الأرض الحقيقية ومن ثم يُعَيَّن على نصف  
قطرها قاعدة لقياسات كثيرة

(١١٧) اما من جهة حركتها اليومية من الغرب نحو الشرق فيبرهن من انه اذا أُسْقِط جسم  
من علو فلا يقع على خط عمودي من نقطة اجزاء سقوطه الى سطح الأرض بل الى الشرق منه لان  
الحركة في الاعالي اسرع مما هي في الاسفل وذلك على خط الاستواء يختلف قواطين على السقوط  
من علو ٥٠ قدم وقد تهرن هذا الامر من امتحانات كثيرة أُجريت في اماكن كثيرة عن يد علماء  
كثيرين

وتبرهن حركة الأرض من الغرب الى الشرق اليومية ما سمي حل فوكولت نسبة الى من اجراه  
اولاً وهو انه اذا عُتِق ثقل بنحيط دقيق طويل وخطر مثل رقاص ساعة فالسطح الذي ينحدر فيه هو  
عمودي على الافق ويمر بنقطة التعليق والثلل يرسم خطاً مستقيماً وعلى قصور يُحَسَّب موازياً لسطح  
الافق ومن تلقاء خاصية السكون التي يشترك فيها كل جسم يتحرك في سطح واحد ابداً او اذا  
تحركت نقطة التعليق يتحرك في سطح يوازي الاول ابداً فاذا خطر شالاً وجوباً عد خط الاستواء  
اي في سطح الماخرة يبقى على ذلك لانه بحركة الأرض من الغرب الى الشرق لا يتحول عن سطح  
عمودي ماراً بنقطة التعليق ولو كان ذلك السطح ينقل كل لحظة

اذا قيل ذلك عند القطب لا يتحرك نقطة التعليق من موضعها بل تتحرك الأرض تحته ١٥°

كل ساعة والقتل يبقى في سطحه الأول فالمركانة دار في رسم اقطار دائرة كاملة في ٢٤ ساعة على نسق ١٥ كل ساعة فاذا أجزى العمل بين خط الاستواء والقطب تحول عن الخط الأول بالظاهر ونسبة الانحراف ١٥ : ١٠ : جيب العرض : ١٠

ويبرهن دوران الأرض على محورها أيضاً من مهارة الاعتدالين كما سيأتي في محلو (١١٨) على ثقلاً بواسطة شريط طويل فوق مائة مستديرة السطح واجلثان بخطري سطح المجاورة حتى لا يخرق بقوة دافعة الى احد الجانبين عند تحريكه فاجذبه الى الجنوب او الشمال بخط دقيق



شكل ٤١

ثم افلته باحراق الخط فيبتدئ بخطري في سطح المجاورة ثم اذا لاحظت عند طرفي قوس الخطران ترى انه بالظاهر قد مال عن سطح الخطران الأول فالطرف الشمالي يكون قد تحرك في السموت نحو الشرق والجنوبي نحو الغرب اذا كان العمل في النصف الشمالي وبالعكس في النصف الجنوبي وبعد حين يرى ان الخطوط المرسومة على المائة ليست في خطوط مستقيمة كما كانت لو بقيت المائة ثابتة بل هي منحنيات مثل المرسومة في (شكل ٤١) كلها تتقاطع في مركز المائة

فلو حدث الزيفان عن السطح الأول من تحريف القل بالتحريك الأول لما رسم منحنيات من النوع المذكور بل من النوع المرسوم في (شكل ٤٢) اما المنحنيات من النوع الأول فهي نفس ما يتصوره الخطران في سطح واحد ودوران المائة تحت الثقل . اي قد حمل جانب المائة الجنوبي الى الشرق أكثر من الجانب الشمالي فكانها قد تحركت في سطحها على مركزها



شكل ٤٢

وهذه الحركة دائرية كاملة في ٢٤ ساعة عند القطب ولا شيء عند خط الاستواء كما هو واضح لاقول تأمل والعمل اوضح كلما تقدم العامل

نحو القطب كما يتضح من شكل ٤٣

لكن ف (شكل ٤٣) القطب الشمالي وس مركز الأرض وس ف ق محورهما بعد إخراجهما  
واوب وضع المائتين في وقتين بينها دقيقة مثلاً فيها قد دارت  
الماجرة اف ١٥' حول ف حتى صارت في ب ف فسطح  
المائتين ماس لسطح الأرض فاذا أخرج من ا اومن ب يلاقي  
المحور عند ق رأس مخروط قاعدة الدائرة اليومية للصل وفي  
هذه المدة المسيرة يُحسب سطح المخروط ق ا ب مستويًا فتكون  
حركة المائتين كأنها قسم من ذلك السطح وكأنها دوران حول ق  
والنقطة من محيطها المتجه نحو ق وفي عند ا تبقى متجهة الى ق  
بعد نقلها الى ب والقطر المرافق الماجرة ينقل من الوضع ن ن  
الى الوضع ك ك وبينها الزاوية اق ب وفي لاشيء عند خط



شكل ٤٣

الاستواء اي الماس لا يلاقي المحور وعند القطب في نفس الزاوية الكروية اف ب

(١١٩) ان كثافة الأرض بالنسبة الى كثافة الماء :: ٦٧ ١٥' اي ثقلها النوعي = ٦٧ ٥'  
وقد تأكد ذلك من امتحانات كثيرة منها ما أجري على جبل عالي في اسكوتلندا على هذه الكيفية

لكن ج (شكل ٤٤) الجبل ب ود مقامين الواحد  
على جانبي الشمالي والآخر على جانبي الجنوبي وهما على ماجرة  
واحدة ونسبتهما ون غ ن ي بعد النجم عن سمت الرأس  
للقامين معروف بالقياس بواسطة نظارة ستية فلولا الجبل  
لدل ميزان النظارة على سمت الرأس غ وي وجاذبية  
الجبل قد حرفة الى غ وي فتى وصل النجم ن الى خط  
نصف النهار قيس ن ي ثم في اليوم التالي ن غ وقد عُرِف  
ن ي ن غ اي فضلة عرض القامين فعُرِف انحراف  
الميزان عن العمودية بمجاذبية الجبل فوجد غ غ ي ي =



شكل ٤٤

١١٧' اي ثقل الميزان الدال على الخط العمودي انحراف عن العمودية أكثر من ١١' بمجاذبية الجبل  
ثم بقياس الجبل في جهات مختلفة منه حُسِب جرمه وكثافته ونسبة جرم الجبل: كثافته :: جرم الأرض  
: كثافتها . ووجد من ذلك كثافة الأرض ٧١٣ ٤'

(١٢٠) وقد استعمل بعضهم كثافة الأرض حديثاً سنة ١٨٧٣ بواسطة ميزان التل الذي اخترعه

كافنديس في القرن الماضي فوجد أن معدلاً في الصيف ٥٦° وفي الشتاء ٥٠° ومعدلاً ٥٣°  
 أن حسناً وزن قدم ماء مكسب  $\frac{1}{62}$  ليبراً يكون وزن الأرض  
 ..... ٦٠٦٩ طون  
 فضلاً عن وزن الهواء وعلى افتراض علو الهواء ٢٧ ميلاً فقط يكون ثقله وحده  
 ..... ٥١٧٨ طون

ولكن اجراء سطح الأرض ليس لها هذه الكثافة والتجيب أن كثافة اجزائها الداخلية أكثر من كثافة  
 اجزاء سطحها وهذا مثبت الزعم بأنها كانت سائلة لان السائل عند جموده يُجذب اجزائه الكثف  
 الى نحو مركز الجاذبية

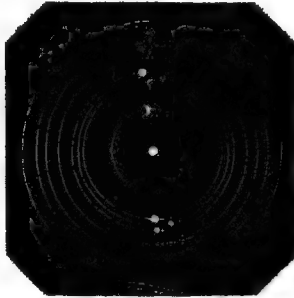
ان معرفة كثافة الأرض أمر كلي الاعتبار لانه منها يستعمل كثافة الاجرام السماوية ومن كثافتها  
 مقدار جاذبيتها ومن ذلك فعلها في حركات الاجرام الأخر  
 وزعم اصحق نيوتون بان كثافة الأرض ٥ او ٦ مرات كثافة الماء وذلك قبل استعلاها  
 بزمان طويل



## الجزء الثاني

### في النظام الشمسي

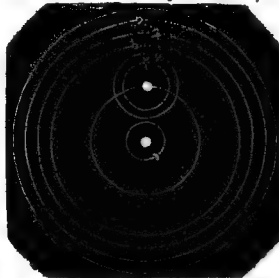
(١٢١) في ما تقدم قد نظرنا الى الارض من جهة نسبتها الى الاجرام المجاورة فلننظر الآن



الشكل ٤٥ النظام البطليمي

الى النظام الشمسي اي الاجرام التي لها حركات حول الشمس واولاً الى الشمس نفسها ثم الى القمر ثم الى السيارت ثم الى المجرة ذوات الاذنان الاراء من جهة النظام الشمسي اربعة الاول الراي البطليمي نسبة الى بطليموس من مدرسة الاسكندرية صاحب كتاب الجسطي عاش نحو ١٢٠ ق م وعلم بان الارض في المركز وكل السيارت تدور حولها واولاً القمر ثم عطارد ثم الزهرة ثم الشمس ثم المريخ ثم المشتري ثم

زحل اما ارستارخوس من جزيرة صاموس ق م ٢٨٠ فعلم حسب رايه ارخميدس وفلو طرخوس ان الارض تدور حول الشمس فشيكي عليه بالكفر وبعد ذلك نحو ٢٠ سنة طل كليا ثوس من اسوس عن ظواهر الاجرام السماوية بعبوت الشمس ودوران الارض حولها ودورانها على محورها وهو ايضاً شيكي عليه امام المحكام لاجل الكفر بسبب مضادة هذا الراي الاراء الثامنة



الشكل ٤٦ النظام المصري

الثاني المصري واختلف عن البطليمي بان جعل عطارد والزهرة قمرين للشمس يدوران حولها

وبقي الرأي البطليموسي غالباً مدة أقران كثيرة إلى القرن الخامس عشر من التاريخ المسيحي لما قام كوبرنيكوس وعلم بثبوت الشمس ودوران السيارات حولها أولاً عطارد ثم الزهرة ثم الأرض ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل وأشهر رأيه في كتابه المعنون بمركات الأجرام السموية فحكم بجمع كنيست رومية عليه بالهرطقة ونهى عن إظهار كتابه وعن قراءته ولو طالت يدهم لحرقوا صاحبه أو اضطهدوه كما اضطهدوا الفيلسوف جليليو في شيخوخته



الظلام التيجوي شكل ٤٨



الظلام الكوبرنيكي شكل ٤٧

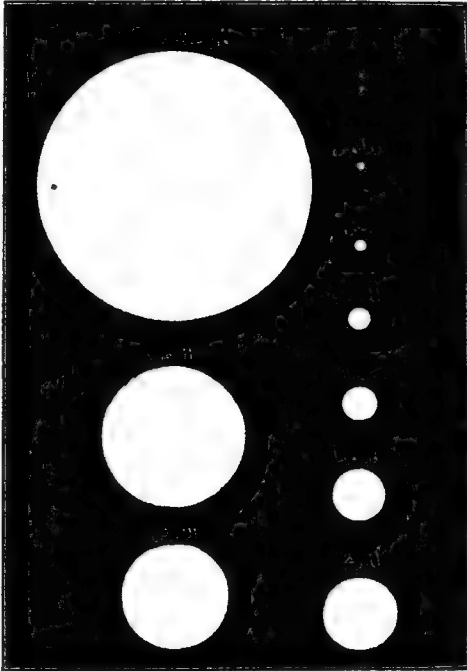
الرأي الرابع المستغنى الذكري في تغويرا في جعل الأرض في المركز ثابته ثم القمر يدور حول الأرض ثم الشمس تدور حول الأرض وعطارد والزهرة وسائر السيارات تدور حول الشمس اتفاقاً لها ثم قام كلرو واسحق نيوتون وبينما صحه الرأي الكوبرنيكي فاندثرت بقية الآراء كلها

## الفصل الأول

### في الشمس والنور البرقي

(١٢٢) ان العين المجردة لا تستطيع النظر إلى الشمس من شدة نورها . ولو نظرت إليها بنظارة لأتلفت بالحال من زيادة النور والحرارة فيستعان ببلورات ملونة تكسر حدة النور أو بقطعة عينية تدخل في النظارة ترسل بعض نور الشمس إلى العين فقط ويمكن النظر إليها بالعين المجردة أحياناً إذا حجبها ضباب أو حجاب بعض الاحجاب وايضاً صباحاً ومساءً وفي بقرب الافق فنراها

قرصاً مستديراً تماماً كل اقطارها متساوية غير انه قد تختلف اقطارها بالظاهر وفي غرب الافق  
بسبب الانكسار كما سوف يتضح في محله  
ثم ان قطر الشمس الظاهر في اول كانون الثاني اطول مما هو في اول تموز وهو يصغر قليلاً



قطر الشمس مظلورة اليها من السيارات

شكل ٤٩

كل يوم بين ١ ك و ٢ ك و ٣ ك ياخذ بالزيادة ايضاً حتى يعود كما كان في ١ ك و ٢ ك وسبب ذلك ان  
الارض اقرب اليه في ١ ك ما هي في سائر السنة وابتعد عنها في ٢ ك فكل ما كان المجرم قريباً  
ظهر اكبر وكل ما بعد صغر جرمه الظاهر فلا بد من ظهور الشمس في عطارد اقرب السيارات اليه

أكبر حجماً ما تظهر في نبتون أبعد السيارات عنها وقطرها الظاهر من عطارد  $٨٢' ٤٦''$  ومن نبتون  $٤' ١''$  وحرارة الشمس ونورها في عطارد  $٦٧'$  وفي نبتون  $٠.٠٠١$  على افتراضها في الأرض واحداً أسية في عطارد  $٦٧٠'$  مرة ما في نبتون وللإعانة على تصوّر هذا الأمر قد رسمنا هنا قطر الشمس الظاهر عند كل واحد من السيارات ربما نسبياً (شكل ٤٩)

(١٢٣) أن معدّل بُعد الأرض عن الشمس هو المعدّل طويلاً قياساً في المحسابات الفلكية أي يُعتبر هذا البعد واحداً ثم يقال إن المسافة العلانية هي كذا وكذا أمثال بُعد الأرض عن الشمس فينتضي استعمال ذلك البعد بكل تدقيق ولأجل معرفته يقتضي أولاً معرفة اختلاف الشمس الأفقي الاستوائي وهو يستعمل من عبور الزهرة على وجه الشمس كما سيأتي بيانه. ومن عبور الزهرة الذي حدث سنة ١٧٦٩ حسب الاختلاف الأفقي الاستوائي على معدّل بُعد الشمس  $٥٧٧٦' ٨''$  فلاجل استعمال بُعد الشمس لنا هذه النسبة (شكل ٥٠)



شكل ٥٠

(٢٩)

جيب ب ش ت :  $\frac{1}{2}$  ق : ب ت : ب سأي جيب  $٥٧٧٦' ٨''$  :  $\frac{1}{2}$  ق :  $١٧٦' ٢٩٥٦'$  : ب س $١.٠٠٠٠٠٠$  $\frac{1}{2}$  قنسب  $٢٩٥٦' ١٧٦ - ٢٥٩٧٣٧٥٤$  $١٢٥٩٧٣٧٥٤$ جيب  $٥٧٧٦' ٨''$   $٥٦١٨٢١٠٦$  $٧٢٧٩٠٦٤٨ - ٢٥٢٩٤٠٠٠$  ميلأو جيب  $٥٧٧٦' ٨''$  متجه المحسابي  $٤٢٨١٧٨٩٤$  $١.٠٠٠٠٠٠٠$  $\frac{1}{2}$  ق = ب ٩٠ $٠٠$  $\frac{1}{2}$  ق الأرض ١ $٤٢٨١٧٨٩٤ - ٢٤٠٨٧٢٠$ 

ش = ب

 $٢٤٠٨٧٢٠ - ٢٩٥٦' ١٧٦ \times ٢٤٠٨٧٢٠$  = أمثال نصف قطر الأرض في بُعد الشمس

كما تقدّم



(١٢٤) وفي سنة ١٨٥٧ اشار سير جورج آيرس رئيس مرصد كرينويج باستعمال اختلاف الشمس الاقني من تحريف المرنج عن موضعو في صعود مستقيم عند رصد وهو بعيد عن الهاجرة شرقاً وغرباً وذلك من مرصد واحد والسهار في الاستقبال وعلى اقل بعد عن الارض كما كان في الاستقبال سنة ١٨٦٠ و١٨٦٢ وكما يكون ١٨٧٧ فرصد بكل تدقيق من مرصد فكتوريا في ويلس المجديفة الجنوبية ومن تلك الرصد حسب الاختلاف الاقني الاستوائي ١٩٢٢<sup>٨</sup> وقبل ذلك في سنة ١٨٦١ قرر لاهر من القرائساوي ان اضطرابات حركات الارض والزهرة والمرنج لا يعمل عنها الا باقتضاد الاختلاف الشمسي اعظم من قيمته المحسوبة من عبور الزهرة سنة ١٧٦٩ اي ٥٧٧٦<sup>٨</sup> وعلى ما ظهر له حسب ١٩٥<sup>٨</sup> ومن رصد المرنج في يوكوفا ورأس الرجاء الصالح حسب ١٩٦٤<sup>٨</sup> وقبل ذلك في سنة ١٨٥٤ ايضا كان هانسن من كونا يصطنع زيجات للقمر كاتب رئيس مرصد كرينويج قائلاً ان اختلاف الشمس الاقني المعتمد عليه اقل من الحقيقة وفي سنة ١٨٦٣ حسب ١١٥٩<sup>٨</sup>

١٥٧٨ <sup>٨</sup>	القيمة القديمة المحسوبة من عبور الزهرة
١٩١٦ <sup>٨</sup>	قيمة هانسن من معادلة اختلاف القمر
١٩٦٤ <sup>٨</sup>	" وتكني من رصد المرنج
١٩٣٠ <sup>٨</sup>	" " " "
١٩٥٠ <sup>٨</sup>	" لاهر من اضطراب المرنج والزهرة والقمر
١٩٤ <sup>٨</sup>	المعدل

وهذا الاصلاح القليل في زاوية الاختلاف الشمسي ٢٦<sup>٥</sup> من القوس يجعل معدل بعد الشمس ٩١٤٣٠٠٠٠ ميل . ومقدار الاصلاح نحو غلط شعرة انسان على بعد ١٢٥ قدماً عن الناظر فيظهر من ذلك دقة هذه الحسابات . وسوف تحقق هذه القيمة أو تُصحح من رصد عبور الزهرة في كانون ١ سنة ١٨٧٤

(١٢٥) ويعين على ادراك بعد الشمس الشاسع اعتبارنا حركة النور في ١٩٣٠٠٠ ميل كل ثانية فيقتضي للنور ٨ دقائق و١٧ ثانية لكي يصل من الشمس الى الارض . اما الصوت فيسور ١١٥ قدماً كل ثانية فلواستد الهواء الكروي الى الشمس حتى يكون قطع صوت تلك المسافة ممكناً لاقتضى لذلك ١٤ سنة وشهران وطاقم يطير كل ساعة ٣٠ ميلاً ينتهي الى الشمس بعد ٢٤٧ سنة (١٢٦) لاجل استعمال قطر الشمس الحقيقي بقياس قطرها الظاهر واذا عرف بعدها فاستعمال قطرها سهل . اما معدل قطرها الظاهر فهو ٢٢' ٤" نصفه ١٦' ٧" = ١٥





نسب  $805080 = 9307301$

"  $314109 = 991499$

ميل  $37800 = 627880$

وإذا حسبنا قطرها  $118600$  ميل

يكون محيطها  $378040$

أما مساحتها بالنسبة الى مساحة الأرض فلكون مساحة الكرات بالنسبة الى مربعات أقطارها

لنا  $108 : 11664 :: 1 : 1$

أو  $112 : 12544 :: 1 : 1$

(١٢٠) قد تقدم ان جرم الشمس

شكل ٥٢

نحو  $1209700$  مثل جرم الأرض وقد ظهر

بواسطة ساني بيانها ان مادة الشمس الخفيف من مادة الأرض وإن نسبة مادتها الى مادة الأرض

كنسبة  $1209700 : 314760$  فتكون نسبة كثافة الشمس الى كثافة الأرض  $314760 : 1209700$

أي  $1 : 4$  فإذا كان ثقل الأرض النوعي أي ثقلها بالنسبة الى الماء  $1700$  كما حسبنا يتلى (ع<sup>١</sup>)

يكون ثقل الشمس النوعي  $1430$

(١٢١) أما كيفية استعمال مادة الشمس فقد تبين ان الجاذبية تتغير كقنار المادة وبالقلب

كمربع البعد أي

$\frac{r}{b} \propto$  وتبين أيضاً ان الجاذبية تتغير كالبعد وبالقلب كمربع المنة (ع<sup>١</sup>) أي

$\frac{b}{r} \propto$  فيها المساواة لنا

$\frac{r}{b} = \frac{b}{r} \propto m$  أي اذا دار جرم حول آخر فإداحة الجرم المركزي تتغير ككعب

البعد وبالقلب كمربع وقت دوران الجرم الدائر حوله . فلكي تقابل مادة الأرض التي يدور حولها

التي بمادة الشمس التي تدور حولها الأرض لنا

$$(٤١) \quad \frac{\text{بعد القمر}}{\text{بعد الشمس}} = \frac{٢٣٨٦٥٠}{١٥١٢٤٠٠} :: \frac{٢}{٢٦٥٢٥٦} \quad \text{مئة القمر} \quad \text{مئة الشمس}$$

ونسبة ٣٥٤٠٠٠ : ١٤٠٠ : ٤٠١ تقريباً كما تقدم

(١٢٢) اما قوة الجاذبية على سطح الشمس فتستعمل ما تقدم من جهة نسبة مادة الشمس الى

$$\text{مادة الارض. لانه قد نبرهن ان ج} \propto \frac{٢}{٢٦٥٢٥٦}$$

فلنفرض و = الوزن على سطح الارض و و' الوزن على سطح الشمس فلنا

$$(٤٢) \quad \text{و'} :: \frac{٣٥٤٠٠٠}{٢٨١١} :: \frac{١}{٢٨١١}$$

اي وزن جسم على سطح الشمس ٢٨ مرة وزنه على سطح الارض فان سقط جسم على سطح الارض ١٦ قدمًا في الثانية الاولى فالتانية الاولى فعلى سطح الشمس يسقط  $\frac{١}{١٦} \times ٢٨ = ٤٠ \frac{١}{٢}$  قدمًا في الثانية الاولى من سقوطه

(١٢٣) الشمس بالنسبة الى الارض والسيارات ثابتة فاذا قلنا الشمس اشرقت او غابت ان الشمس تشرق من برج الى برج كل شهر فالمعنى المحركة الظاهرة وهي حاصلة من حركة الارض لا حركة الشمس وهي بالنسبة الى الثوابت واحدة منها وموقعها في المجرة

الشمس كره تحيطها مادة نيرة ترسل بالاشعاع نورها وحرارتها الى ابعد من السيارات يتون اسب أكثر من ٢٧٠٠ الف الف ميل وقد حسب ان الارض تنال ... من حرارة الشمس وكل تأثيرها في الارض هو من هذا القسم الجزيئي من حرارتها ونورها فكيف يفوق الادراك وعلى حساب بعضهم حصة الارض السنوية تكفي لتذويب صفيحة جليد كاسية كل سطح الارض عمقها ٥٠ ذراعًا وعلى حساب بعضهم نورها يضاهي نور ٥٥٦٣ شمعة من السيارات على بعد قدم واحد اما نور القمر فحسب انه يضاهي نور شمعة على بعد ١٢ قدمًا فيزيد نور الشمس على نور القمر ٨٠١٠٧٢ مرة وحسب بعضهم ٦١٨٠٠٠ مرة

(١٢٤) ينبغي الاحتراس من النظر الى الشمس بالعين المجردة لتلاؤذي بشدة الدور والحركة ولو نظير الى الشمس بنظارة بدون واسطة لتوقية العين لتأملت بالحوال ويمكن تأكيد سطح الشمس بسهولة اذا اتيت صورها على قرطاس بواسطة نظارة بعد وضع حاجب بين طرفيها ليقع ظلة على

القرطاس فيمنع النظر الى سطح الشمس بهذه الواسطة او راساً بواسطة قطعة عينية مناسبة تلاحظ اربعة اشياء (١) الكلف (٢) الشاعيل (٣) التبعيع (٤) الكرخ الغازية المحيطة

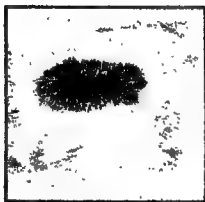
(١) الكلف. هي على هيئة من مختلفة غير ثابتة موضعاً وشكلاً ولها يتخلو وجه الشمس منها تارة تكثر واخرى تقل متفرقة على وجهها كما في الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وفي رصد شوالي من دسار مدة ٣٠ سنة في بعض السنين لم تغل الشمس من كلف يوماً واحداً وفي بعض السنين خلت يوماً واحداً وفي البعض خلت ١٩٣ يوماً

(١٢٥) ان لم تكن الكلفة صغيرة جداً يرى لها قسماً النواة السوداء والظل حول النواة (انظر الصورة الاولى) اما النواة السوداء فرمما تكون سوداء بالنسبة الى شدة النور حولها كما يتضح من الفاء نور الشمس على قسم من قرطاس ابيض فان القرطاس في القسم غير المصاب بنور الشمس يبان اسود بالنسبة الى شدة بياض القسم المنور. وتارة يشتد سواد النواة وتارة يضعف اما الظل فمساخه الى مساحة النواة كمسبة ٧ الى ٢ تقريباً وهو انفتح لونا وعند حافته حول النواة تتواتر نطف على النواة تشبه ورق الصنصاف هيئة وتارة تمتد قطرة فأكثر من ورقات الصنصاف من جانب الكلفة الى الجانب المقابل فتفصل الكلفة الواحدة الى قسمين الى عدة اقسام (انظر صورة ٢) فكان الكلفة حدث من تفرق شديد على سطح الشمس دفع مادة الكرخ النوع الى كل الجهات فظهرت هيئة عظيمة عميقة ثم اخذت تلك المادة بالرجوع الى موارنتها فامتد منها قطع والسنة من الجانبين حتى التقت. وهذه القناطر تدل على ان الكلفة قد اخذت بالانحفاء والزوال من ذلك الموضع

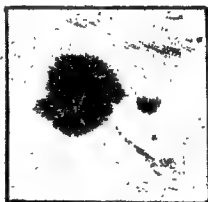
(١٢٦) قد تبلغ الكلفة مساحة عظيمة جداً. ذكرت كلف قطرها ١٤٠٠٠٠ ميل وذكر هرتزل الثاني كلفة مساحتها ٣٧٨٠٠٠٠٠٠ ميل مربع واذا اجتمعت عدة كلف بعضها يقرب بعض فقد تمتد على ربع قطر قرص الشمس واذا زادت الكلفة عن ٥٠ قطراً ترى بالنظر المجرد من وراء ضباب اوزجاج ملون (الصورة الثانية شكل الكلفة رأماً نمط ٢٩ تموز سنة ١٨٦٩ وشكل ٢ كلفة رأماً سكي ٢٠ ك ٢٠ سنة ١٨٦٥)

(١٢٧) ان هذه الكلف لا ترى بقرب قطبي الشمس وفي قليلة عند خطها الاستوائي وأكثر حدوثها في منطقة حدها الى الشمال من خطها الاستوائي ٣٠ أو ٢٥ وكذا الى جنوبي وذكر لاميير الفرنسي ان كلفة في عرض شمسي شمالي ٢٠ ولعله خطأ في الحساب وحدودها الى شمال خط الاستواء أكثر من حدوثها في جنوبي غير انه قد لاحظ بعضهم ان كلفة في النصف الشمالي غالباً يعتمها كلفة في النصف الجنوبي مثل الشمالية عرضاً. وعندما اخذ مجموع كلف في الزوال فذلك

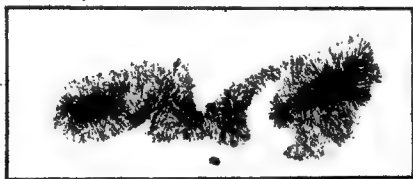




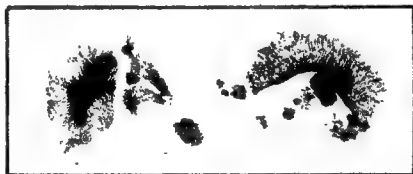
٢



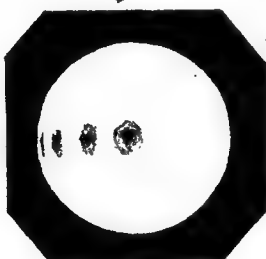
١



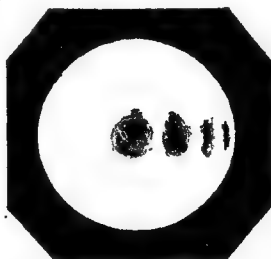
٣



٤

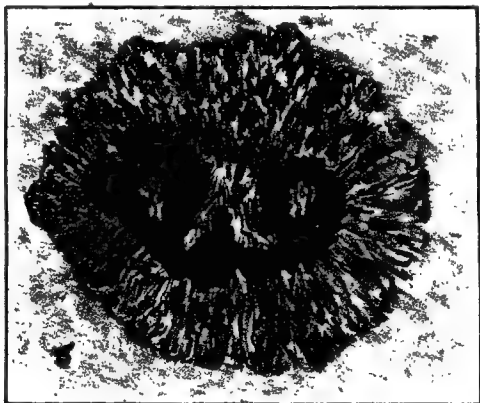
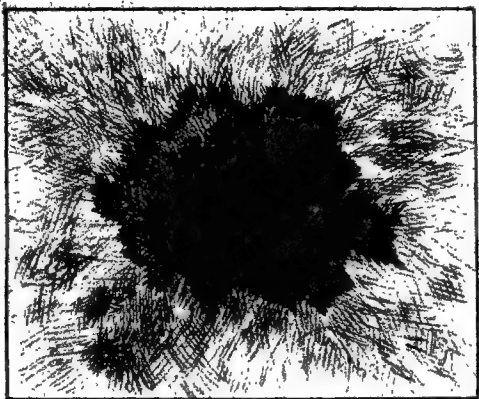


٦



٥

## الصورة الثانية







يبتدئ من جهة الغرب غالباً فتزول القزمة منها أولاً وربما تولدت كلف جديدة نحو الشرق .  
ذكر هرشل الأول ملاحظة مجموع كلف بينما حوّل نظره عن النظارة لحظة ورأى بها لكناً تزول  
وهو ينظر إليها ورأى كرون كلفاً تتكون في نحو دقيقة واحدة

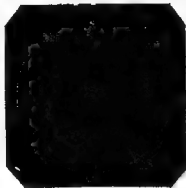
(١٢٨) ان ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج =  $41^{\circ} 82'$  حسب البعض و  $41^{\circ} 83'$   
حسب البعض وطول العقدة الصاعدة في سنة ١٨٥٠ =  $73^{\circ} 40'$  فتوجه قطب الشمس الشمالي هو  
نحو  $\pi$  الثنين وفي آذار يتوجه إليها قطبها الجنوبي أكثر وفي أيلول قطبها الشمالي والأرض في خط  
العقدتين ٦ حزيران و ٨ كانون الأول ولذا السبب نرى الكلف تقطع وجه الشمس تارة على خطوط  
مائلة وأخرى على خطوط مستقيمة كما في شكل ٥٣



شكل ٥٣

(١٢٩) الكلف تظهر أولاً على جانب الشمس الشرقي وتحفني عن جانبها الغربي ويسبب  
كروية الشمس تباين مطالوة عد أول ظهورها صغيرة وكلما قربت إلى وسط قرص الشمس تسمع  
عرضاً كما يتضح من الصورة الأولى (شكل ٥٦) وكلما بعد زوالها عن جانبها الغربي فتتضح من ذلك  
كروية الشمس وأيضاً كون نواة الكلف هوائ عميقة في الكرة الزهراء حاصلة من اندفاع مواد تلك  
الكرة إلى كل الجهات سراج تياراً وزوايا دوائر أو تفرقع مواد مشتعلة  
(١٤٠) إذا داس الكلفة الواحدة على هيئة واحدة حتى تُرصد من جانب إلى جانب

بملاحظان مدة مرورها على قرص الشمس من ظهورها الى اختفائها في ١٢ يوماً ومن ظهورها أولاً الى ظهورها ثانية على حافة الشمس الشرقية  $٢٧\frac{1}{2}$  يوماً ولو كانت الأرض ثابتة لكانت تلك المدة هي مدة دوران الشمس على محورها وبسبب تقدم الأرض في فلكها من الغرب الى الشرق اي الى نفس جهة دوران الشمس على محورها يقتضي للكلفة ان تدور اكثر من دورة كاملة من ظهور الى ظهور كما يتضح من شكل ٥٤



شكل ٥٤

لفرض الأرض عند ي (شكل ٥٤) وظهور كلفة عند ا فمر على ب د ح وعند رجوعها الى ا تكون الأرض قد تقدمت الى ف فيقتضي للكلفة ان تصل الى ب قبل ان ترى من الأرض وبما ان س ي عمودي على ا د و ف س عمودي على ب ح فالقوسان متناسبتان اي لنسبة

ي غ ي + ف ي غ ي : ا د ا + ب ا د ا  
اي نسبة سنة واحدة +  $٢٧\frac{1}{2}$  يوماً : سنة واحدة :  $٢٧\frac{1}{2}$  يوماً ٢٥٠ يوم ٨ ساعات وهي مدة دوران الشمس على محورها

حسب رصد كوبرنيكوس	٢٥	٨	١٠
" بيانكي	٢٥	٧	٤٨
" جوبرا	٢٥	٥	٢٧

فقبل ان الكلف تتلانى في القسم من الشمس المتجه نحو الزهرة وعطارد

### ادوار معظم الكلف ومصغرها

(١٤١) قد نقرر من رصد كثيرة في مذات طويلة ان لكلف ادوار زيادة ونقصان فمن معظمها الى معظمها ١١ تقريباً منها ٢٠٠ تزيد حتى تبلغ معظمها ثم تنقص ٧٠٠ حتى تبلغ مصغرها وبين الراصدين اختلاف جزئي في مدة هذا الدور

حسب البعض مدة الزيادة	٢٠٦	سنة	مدة النقصان	٢٧٧
" " " "	١٢	٤	" "	٤٤
" " " "	٢٧	٢	" "	٤٣
المعدل	٥٢	٢		٥٥

كانت على معظمها سنة ١٨٧٠<sup>٦٤</sup>

اضف مدة التقصان ٧٠٥٥

تكون على مصغرها ١٨٧٨<sup>١٩</sup>

اضف مدة الزيادة ٣٠٥٣

تكون على معظمها ١٨٨٠<sup>٧١</sup>

(١٤٢) وهذه الكلف تعلق بالظواهر الكهربية الحادثة على الارض والتغيرات والاضطرابات الحاصلة في الابرّة المغنطيسية لان معظم انحرافها يوافق معظم الكلف ومصغرها يوافق مصغر الكلف وفي الاقاليم الاستوائية معظم المطر يوافق معظم الكلف والعكس بالعكس

(١٤٣) (٢) المشاعيل . هي قطع بيض طويلة غير منتظمة اشدّ بياضاً من كل ما حولها ولا ترى الا قرب حافة الشمس وغالباً تظهر في مواضع عديدة ان تظهر فيها كلف . وعلّة عدم ظهورها في اواسط قرص الشمس هي انها السنته لئب صاعدة الى العلا فلا ترى اذا نظرت اليها عمودياً بل اذا نظرت اليها بالورب حتى يقطع النظر رؤوسها معرضة كما ان الناظر الى الجبال المنحرفة وهو فوق عمودياً لا يرى ارتفاع الامواج وانخفاضها بل يراها له سطح البحر على استواء واحد وما الناظر اذا وقف على شاطئ البحر يرى طول الامواج ورؤوسها البيض وقد شوهدت على حافة الشمس تماماً فكانت مرتفعة عن دائرة قرصها وهذه اللمبة ترى ايضاً على حافة الشمس عند الكسوف وترى بواسطة مجسم قرص الشمس بخاسة مستديرة في النظارة وقد تعلوا الى علو عظيم وتارة ينفصل اللهب عن الشمس وتارة يهرف راسه مثل لمبة شمعة اذا هبت طيور مج وظهر من بعض رصود علماء ايطاليا انهم منذ عهد قريب انما حادثة من اشتعال كميات جزيئة من المغنسيوم في تلك الجهات

(١٤٤) (٣) السطح المبتقع . علّة هذا التبعيع هو ما تقدم من النظر عمودياً الى رؤوس اللهب المذكورة سابقاً واشتباكها بعضها مع بعض حتى تشبه ورق الصفصاف حسبما تقدم في الكلام عن الكلف

(٤) الكرة الغازية المحيطة . اذا نظرنا الى لمبة قنديل نرى له ثلاثة اقسام القسم الاوسط مظلم حيث لا يصل اوكسجين الى المادة المشتعلة فلا يشتعل . الثاني الاصفر المبرح حيث تفعل المواد الهولة الى غاز . الثالث قسم نوره ضعيف وهو هيدروجين مشتعل ( انظر كتابنا في اصول الكيمياء صفيحة ١٥٤ ) وفي هذه الكرة المحيطة تظهر اللهب احمر المشار اليها والنور المحيط بالشمس المسمى الاكليل كما سيأتي عند الكلام بالكسوف فلما في الشمس النواة السوداء والكرة البنية المحيطة بالنواة السوداء والكرة الغازية المحيطة بالكرة السوداء

(١٤٥) القدماء اعتقدوا بصفاء الشمس . كان في انكستادت راهب يسوعي اسمه شينر فاخبر رئيسه ذات يوم بأنه ناظر مكلفة على سطح الشمس فاجابه الرئيس اني قد قرأت مصنفات ارسططليس من اولها الى آخرها وهو لم يذكر شيئاً مما نقوله . اذهب يا ابني ورتج فكرك وتأكد ان ما تحسبه كلفاً على الشمس انما هي كلف الزجاجات او كلف في عينيك . فالتزم شينر ان يخفي فكره ولما اشهر اسمه تحت اسم آخر خرقاً من اضطهاد كنيسة رومية المعصومة من الغلط التي اضطهدت الى قرب الموت الفيلسوف غليلو لاعتقاده بدوران الارض وثبوت الشمس اي المذهب الكوبرنيكي (١٤٦) قد ظهر بواسطة السكتروسكوب ان في الشمس مواد كثيرة من المواد الموجودة في ارضنا وفي هناك في حالة الاشتعال والنجار فاذا نظرت الى الشمس بواسطة سكتروسكوب بسيط ترى عدة خطوط سود تقطع العمود الطيفي معارضة لتعرف بخطوط فراونهوفر نسبة الى فراونهوفر من موضح في بافاريا الذي رصد بتدقيق نحو ٦٠ خط وعين مواقع البعض منها وسمى اوضحها باسماء الاحرف الالهية الرومانية كما في شكل ٥٥ فالاحرف G B A الخ دالة على الخطوط و C B A



شكل ٥٥

واقعة في الاحمر و D في الاصفر و E في الاخضر و F و G في الازرق و H في البنفسجي وبتحليل كيركوف تبين مواقع هذه الخطوط بالتدقيق ومواقع خطوط آخر بالنسبة اليها لانه بواسطة سيكتروسكوب ذي عدة مناشير يطول العمود الطيفي وترى خطوط أخرى كثيرة غير المرسومة في شكل ٥٥ لاسيما اذا تركب السكتروسكوب مع النظارة فتشعل مواد ارضية مختلفة بحيث يدخل نورها في السيكتروسكوب على التعاقب وتقابل الخطوط المحاذية من اشتعالها بالخطوط في العمود الطيفي لتعرف موافقتها او عدم موافقتها ومن موافقة الخط D خط الصوديوم المشتعل قد تأكد اشتعال كميات كثيرة من الصوديوم في الشمس أما الذهب المشار اليها سابقاً فهي في الغالب هيدروجين مشتعل وقد شوهدت نافرة من جوانب الشمس على طول ٢٠٠٠٠ ميل وبعض الخطوط الموجودة في العمود الطيفي لاتوافق خطوط مادة معروفة فالظواهر هذه موجودة في الشمس مواد غير موجودة في ارضنا وهذا القول يصلح ايضاً في النجوم الثابت التي تنقص كثير منها بالسكتروسكوب كما سياتي ذكره . اما المواد الارضية التي تحقق وجودها في الشمس فهي

هيدروجين	باريوم	مغنسيوم	الومنيوم	ثانيوم	حديد
صوديوم	كوبلت	كلسيوم	مغنيس	نحاس	نكل
كروم	زنك				

اما أكسجين ونيتروجين وكربون فلم يفتق وجودها في الشمس الى الآن.  
(١٤٧) قد تحقق من مراقبات طويلة ان بين ظهور الكلف في الشمس واختلافات المادة المنطسية في الارض والشفق النائي تعلقاً قريباً لانه عدد ظهور كلفة كثيرة تضطرب الارض المنطسية اضطراباً زائفاً ولا يبعد عن العقل ان التغيرات المحادثة في ذلك النجم العظيم النيرا المركزي للماد فعلة الى اقصى السمات تؤثر في الامور الطبيعية الارضية كثيراً حتى في احوال الاجسام البشرية ايضاً  
والى ذلك اشار الفيلسوف افلينيوس بقوله

Coeli tristitiam discutit sol, et humani nubila animi serenat

اي الشمس تطرد الحزن من وجه الماء وتجلي الغيوم عن الروح الانسانية

### استعلام مدة دوران الشمس على محورها

(١٤٨) لاستعلام مدة دوران الشمس على محورها ووضع محورها بالنسبة الى دائرة البروج يقتضي ان يستعلم الطول الشمسي والعرض الشمسي للكلفة الواحدة في اوقات مختلفة ولذلك لنفرض (شكل ٥٦) ش الشمس ١ الارض ٢ كنوقع الكلفة على سطح الشمس ٣ ملقماها على سطح دائرة البروج وبواسطة الساعة ونظارة العبور قس الصعود المستقيم والميل لكلفة وحولها الى مركز الارض بالاصلاح للاختلاف والانكسار الخ ثم افرض



شكل ٥٦

$$1 = \text{طول الارض الشمسي} = \text{طول الشمس} + 180^\circ$$

$$x = \text{الكلفة}$$

$$y = \text{ك ش ن} = \text{عرض الكلفة الشمسي}$$

$$\beta = \text{ك ا ن} = \text{عرض الكلفة الارضي}$$

$$\theta = \text{ش ا ن} = \text{فضلة طول الشمس والكلفة الارضي}$$

$$\Delta = \text{المقياس الشمسي الظاهر}$$

$$\text{ش ك} \times \text{جيب } y = \text{ك ن} - \text{ا ك} \times \text{جيب } \beta = \text{ش ا} \times \text{جيب } \beta$$

لان الفرق بين ش ا و ك ا لا يعتد بالنسبة اليهما

$$\text{ثم } \text{جيب } y = \frac{\text{ش ا} \times \text{جيب } \beta}{\text{ش ك}} = \frac{\text{جيب } \beta}{\Delta}$$

و ش ك X ن ج ي : اك X ن ج β ش ن ا

جيب (x-1) : ٥

$$\frac{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}}{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}} = \frac{\text{اك}}{\text{ش ك}} \times \frac{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}}{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}} = (x-1)$$

بالضرب عن ن ج ي فبهمها

$$\frac{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}}{\beta \text{ ج} - \Delta \text{ ج}} = (x-1)$$

او للحساب بواسطة الانساب

$$(٤٥) \quad \frac{\text{جيب } \beta \text{ ن ج } \times \Delta \text{ ج}}{(\beta - \Delta) \text{ ج} \times (\beta + \Delta) \text{ ج}} = (x-1)$$

(١٤٩) ثم لنفرض (شكل ٥٧) ق قطب خط الاستواء الشمسي ي قطب دائرة البروج



شكل ٥٧

أا مواقع الكتلة الواحدة في ثلاثة اوقات منموبة الى مركز الشمس  
ولفكن ي ا ي آ ي آ ق ا ق آ ق ا قواس دوائر عظيمة  
فتعرف الثلاث الأول من معادلة (٤٤) لانها مقامات عرض  
الكتلة الشمسي وتعرف الزوايا ا ي آ ا ي آ آ ي آ من  
معادلة (٤٥) لانها فضلات الطول الشمسي في الاوقات  
المستعلم من الصعود المستقيم والليل المعروفين بالرصد فتستعلم

الزوايا والاضلاع للثلثات ا ي آ ا ي آ وآ ي آ لانه مفروض في كل منها ضلعان والزاوية  
بينها فتعرف الاضلاع آ آ آ آ آ آ والزوايا آ آ آ في المثلث آ آ وقد فُرض ق = قطب خط  
الشمس الاستوائي الذي توازيه الكتلة في مرورها وق ا ق آ ق ا ق آ

$$\text{افرض } \text{ق} = ١ + \text{آ} + \text{آ} = \text{ق} + \text{آ} + \text{ق} = \text{ق} + \text{آ} + \text{ق} = \text{ق} + \text{آ} + \text{ق}$$

اي ق ا ر = ص - آ فعرفت ق ا ر

وان كان ق ر عموديا على آ آ فخطي ا ر = ١/٢ آ آ

ثم في المثلث القائم الزاوية ا ق ر مفروض الزاوية ا والضلع ا ر فمستعمل ق ا ثم في المثلث ق ا ي مفروض ا ق و ا ي والزاوية ي ا ق = ي ا آ - ق ا آ فمستعمل ق ي (١٥٠) القوس ق ي في ممت عرض قطب الشمس منسوباً الى الشمس والزاوية ا ي ق مع طول الكفة الشمسي عند ا = طول قطب الشمس منسوباً الى مركزها فيعرف وضع خط الشمس الاستوائي فيجسب ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج

اي ٨٣° ٤١' حسب دي لامبر

و ٨٣° ٩' " بتدوين

وطول العدة الصاعدة لسنة ١٨٥٠ ٦٣° ٤٠'

(١٥١) ثم في المثلث ا ق ر نعرف الزاوية ا ق ر مضاعفها ا ق آ فان كانت منه دوران الشمس الكامل = د والمدة بين رصد الكفة عند ا وآ = د فلنا ا ق آ د = ٣٦٠° د = ٣٥° ٢٢' ٣٥ يوماً

فالقوس التي ترسبها نقطة على خط الشمس الاستوائي  $\frac{1}{30}$  ما ترسبها نقطة على خط الارض الاستوائي

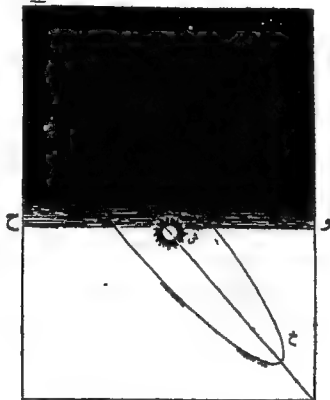
### في النور البرجي

(١٥٢) بقرب الاعتدال الربيعي متى كان الشفق قصيراً برى بعد الغروب مخروط نور ضعيف قاعدته نحو الشمس وعرضه مختلف بين ٨° و ٣٠° ورأسه عند نحو الهاجرة ويختلف ارتفاعه بين ٤٠° و ٩٠° وقرب الاعتدال الخريفي برى صباحاً قبل الشروق وفي الجهات الاستوائية هذا النور اوضح واقرى ويرى أكثر ليالي السنة اذا كان الجو صافياً والفرغافياً في اول الليل او آخره وقد سمي النور البرجي لانه لا يرى خارجاً عن منطقة البروج ويرى باكثر وضوح متى كانت دائرة البروج اقرب الى العمودية على الافق وذلك في شباط مساء وتشرين الاول صباحاً وقد شوهد رأسه على بعد ١٠٥' من الشمس ولونه نحو قاعدته محمر

(١٥٣) قد عللوا عن هذا المظهر بانه حادث من سديم شمسين في وسط ولنا امثلة سنم طويلة ترى بالنظارة فيها نجوم مثل بعض السنام في صورة الاسد ص م ١٦٨° ٢٣' ميل شمالي ١٢° ٥٥' و ص م ١٦٧° ٣٠' ميل شمالي ١٤° ١' فعلى افتراض ش الشمس (شكل ٥٨) وح و الافق برى بعد الغياب او قبل الشروق المخروط نج وهذا وجه من وجوه التعليل عن هذه الروية



الجهولة عنها وما كانت مادتها وسببها فقد تبهرن بالرصد أن هذا الدور تارة يمتد عن الشمس إلى



شكل ٥٨

بعد أبعد من فلك الأرض وأخرى يقتصر دون ذلك

## الفصل الثاني

في حركة الشمس السنوية الظاهرة والفصول وهيئة فلك الأرض

(١٥٤) أن حركة الشمس الظاهرة حول الأرض مرة واحدة في كل سنة حاصلة من حركة الأرض الحقيقية حول الشمس في تلك السنة مع أننا لا نشعر بحركة الأرض نعلم بها من حركة الشمس الظاهرة فتمت كانت الأرض في برج الميزان مثلاً (شكل ٥٩) تباين الشمس في الحمل ومتى تحركت الأرض من الميزان إلى العقرب تباين الشمس كأنها تحركت من الحمل إلى الثور ومتى كانت الأرض في الميزان يرى الميزان طالعاً عند الغياب والحمل آفاً ومتى وصلت الأرض إلى الحمل نرى الحمل طالعاً عند الغياب والميزان آفاً وهذا يربنا على ظهور النجوم أحياناً في الشرق وأخرى على خط

نصف النهار وأخرى في الغرب عند غروب الشمس فيتراها كأن للشمس حركة من الشرق إلى الغرب وهي حاصلة من حركة الأرض من الغرب إلى الشرق في دوراتها حول الشمس (١٥٥) ان قولنا بحركة الأرض الحقيقية من الغرب إلى الشرق يراد به ان الشمس تنقل بالظاهر من برج إلى الذي يليه شرقاً مع كون حركة الأرض إلى جهات متقابلة في اجزاء متقابلة من فلكها فالشمس تتحرك بالظاهر نحو الشرق من برج إلى آخرها (١٥٦) ان هيئة فلك الأرض موضوعة يُعرفان برصد ميل الشمس وصعودها المستقيم من يوم إلى يوم فان قوس ارتفاعها يوماً وفي على خط نصف النهار أو سطح للاختلاف والانكسار ونصف القطر يُعرف بعدها عن سمت الرأس ثم يُطرح العرض من هذا البعد أو يضاف اليه فيُعرف ميل الشمس وإن قيل ذلك كل يوم لسنة كاملة تُعرف حركة الشمس شمالاً وجنوباً بالنسبة إلى خط الاستواء

(١٥٧) ثم ان ضبطت ساعة الوقت التي ورصدنا وصول الشمس إلى خط نصف النهار بنظارة العبور تدل الساعة على صعودها المستقيم وإن قيل ذلك لسنة كاملة يُعرف بعدها عن الاعتدال الربيعي لكل يوم فلنا من الامرين معينات ومنهات منها نستعلم موقع الشمس لكل يوم بالنسبة إلى خط الاستواء ويخرج من ذلك رسم دائرة البروج لان الميل الاعظم في ٢٢ كانون الأول = ٢٣° ٢٧' جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً إلى ان يتلاشى في ٢١ آذار ثم يزداد شيئاً إلى ٢٢ حزيران ويبلغ إلى ما بلغ اليه جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً ويتلاشى في ٢٢ ايلول وان أوصل بين هذه النقط بدائرة تُرسم دائرة البروج ومن النظر إلى جنائز الميل نراه مختلف قليلاً جداً من يوم إلى يوم متى كانت الشمس في اعظم ميلها لان دائرة البروج حيث لا توازي خط الاستواء ويختلف كثيراً من يوم إلى يوم متى كانت الشمس بقرب احد الاعتدالين لان ذلك القسم من دائرة البروج مائل كثيراً على خط الاستواء ونرى ايضاً من الرصد ان الصعود المستقيم بين الاعتدالين يختلف ١٨٠ فأذا بين الاعتدالين ١٨٠ أي دائرة البروج تقطع خط الاستواء في نقطتين متقابلتين بينهما ١٨٠ فيهرن من ذلك ان دائرة البروج إنما هي دائرة عظيمة اذ ليس يمكن لدائرة أخرى غير دائرة عظيمة ان تقطع خط الاستواء على هذه الكيفية

(١٥٨) ميل دائرة البروج على خط الاستواء يعدل معظم ميل الشمس جنوباً أو شمالاً ويستعمل كما تقدم بقياس ارتفاعها واستعلام بعدها عن سمت الرأس في يوم وصولها إلى احد المنارين فهوخذ نصف مجموع ميل الشمس الاعظم شمالاً وجنوباً وهي على خط نصف النهار وبمقابلة رصود من زمان اراتستينس اليوناني ٢٥٠ ق م ووجد ان هذا الميل قد قل من ذلك العصر إلى الآن وهو الآن يقل

٤٨ "كل مئة سنة اي ١٠٠ كل سنة تقريباً وبالتدقيق ٤٨٠٠" وإذا كان ذلك من قبل جاذبية السيارة فينقص مئة ثم يعود يزيد وهكذا يزيد وينقص الى الابد  
 ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ هـ ٢٣' ٢٧' ٥٤" فإذا أردت معرفة الميل لوقت آخر  
 فافرض ت = المئين الماضية منذ سنة ١٨٠٠ و ٥ = ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ فالعبارة  
 الدالة على ميلها لاي وقت ففرض في  

$$9 = 23' 27'' 54 - 481066 \times 0.000005 - 0.000005 \times 23' 27'' 54$$
 (٤٦)

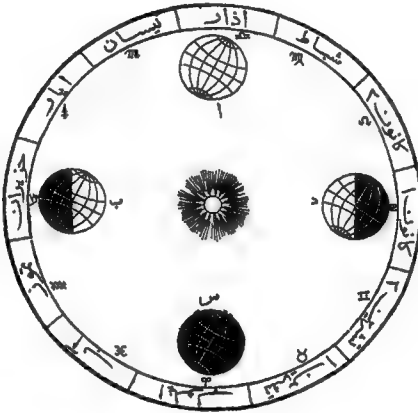
### في الفصل

(١٥٩) ان تعبر الفصل له عنوان الاول ميل دائرة البروج على خط الاستواء والثانية موازاة محور الأرض لنفسه ايلاً فلو كانت دائرة البروج توازي خط الاستواء لقيت الشمس على خط الاستواء ايلاً وكانت حركتها اليومية في دائرة متساوية للسكان على خط الاستواء وفي الاخرى لناظر عند احد القطبين . فلكون محور الأرض منحرفاً عن العمودية على دائرة البروج ٢٣' ٢٧' انحرف خط الاستواء بهذا المقدار نفسه عن موازاة دائرة البروج ولكونها دائرتين عظيمتين تقطع احدهما الاخرى في نقطتين متقابلتين فتكون الشمس على خط الاستواء مرتين كل سنة وتبعد عنه ثانياً وجنوباً ٢٣' ٢٧' حسباً تقدم

(١٦٠) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الأرض لاثارت نصف الأرض تماماً ولكونها اكبر من الأرض تنبأ أكثر من نصفها قليلاً ويزاد مقدار الجرم المنور قليلاً بواسطة الانكسار كما علمت وكنهنا الآن ان نحسب نصفها منوراً بالشمس ايلاً فمضى كانت الأرض في احد الاعتدالين تكون الشمس على خط الاستواء كما تقدم ويكون النصف منوراً من قطب الى قطب ومتى وصلت الأرض الى المنار الشمالي يمتد القسم المنور ٢٣' ٢٧' ابعد من القطب الشمالي ويقتصر ٢٣' ٢٧' عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الأرض في المنار الجنوبي ولم يكن كذلك لولا موازاة محور الأرض لنفسه ايلاً كما يتضح من الشكل (٥٩)

متى كانت الأرض عند ا اي في برج الميزان تكون الشمس عند س في برج الحمل اي في الاعتدال الربيعي على خط الاستواء فيكون نصفها منوراً من قطب الى قطب وهكذا متى كانت الأرض عند س فتكون الشمس عند ا اي في الاعتدال الخريفي ومتى كانت الأرض عند ب اي في المنار الصيفي تكون الشمس في ميلها الاعظم ثانياً فيمتد الجزء المنور ٢٣' ٢٧' ابعد من القطب الشمالي ويقتصر ٢٣' ٢٧' عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الأرض عند د اي في المنار الشتوي

(١٦١) لو كان محور الأرض عموداً على دائرة البروج لكانت الشمس على خط الاستواء أبداً كما تقدم ولم يحصل تغير الفصول أصلاً ولو وازى محور الأرض دائرة البروج لكان خط الاستواء عموداً عليها ولما لثت الشمس ثباتاً إلى القطب الشمالي وجرت إلى الجنوبي وكان اختلاف الفصول أعظم كثيراً ما هو الآن ولم يكن ممكناً للناس ولا للبهائم ان يجهلوا ذلك لسرعة الانتقال من برد القطب إلى حر خط الاستواء



شكل ٥٩

ان الشمس ابعد عن الأرض في أيام الصيف ما هي في الشتاء وسبب زيادة الحر في الصيف هو أولاً طول النهار بالنسبة إلى الليل لأن حرارة الأرض التي تكتسبها من الشمس تقل بالانقضاء دائماً ان اشرقت الشمس وإن لم تفرق فإن زاد الليل طولاً تزيد مدة الانقضاء على مدة الاكتساب والقلب بالقلب

ثانياً من انحراف الشعاع الواقعة حتى ينفرد عمود نور مفروض على مساحة اوسع في الشتاء من المساحة التي ينفرد عليها في الصيف

لكن ا ب (شكل ٦٠) مساحة مفروضة فان وقعت عليها الشعاع على زاوية ا ب س يكون قطر العمود المحقق ا س وإن وقعت على زاوية ا ب د يكون قطر العمود ا د وإن وقعت عمودية يكون قطر العمود ا ب. اما ا س ا د ا ب فهي كجيب المثل وفي الصيف تقرب الشعاع إلى

المخط العودي وفي الشتاء تميل عنه فينتفرق العمود الواحد على مساحة اوسع



شكل ٦٠

اذا زاد ما تكتسبه الأرض من الحرارة على ما تنفس بالاشعاع يزيد المحر من يوم الى يوم ولذلك ترى اشد الحر بعد ما ياخذ النهار يقصر وبالقلب في الشتاء يشتد البرد بعد ما ياخذ النهار يطول واشد الحر كل يوم هو بعد الظهر بنحو ساعتين او ثلاث ساعات واشد البرد بعد نصف الليل بنحو ساعتين او ثلاث ساعات

مسئلة (١) مكان في عرض شمالي ٧٥° وآخر في عرض شمالي ٣٠° وميل الشمس ١٩° شمالي فاهي نسبة حرارة المكان الواحد الى حرارة الآخر

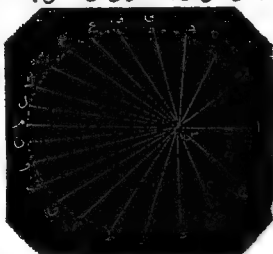
الجواب ١٧٥° ١٤٠ ١٠٠

مسئلة (٢) مكان في ٥٠° عرض شمالي وآخر في ٤٥° جنوبي وميل الشمس ١٥° ٤٥° جنوبي فاهي نسبة حرارة الواحد الى حرارة الآخر

الجواب ٣١٢° ٣٨٠ ١٠٠

## في هيئة فلك الأرض

(١٦٣) لو كان فلك الأرض اي طريقها حول الشمس دائرة لكانت الشمس على بعد واحد عنها ابداً وكان نصف القطر الظاهر على طول واحد ابداً واحمال ان بعد الأرض عن الشمس يختلف



شكل ٦١

باختلاف ايام السنة فان قيس قطر الشمس الظاهر كل يوم من ايام السنة توصل بذلك الى معرفة هيئة فلك الأرض في دوراتها واذا رسم شكل على هذه الكيفية نجد له خصائص العنيلبي كما يوضح من شكل ٦١

ليكن س الشمس وليُقس قطر الشمس من الأرض وهي في ا ب ث دي الخ ولنجعل المخطوط س ا س ب س ث الخ مناسبة لتلك الاقسيمة

اي بالقلب كاختلاف القطر ولنجعل الزوايا عند س متناسبة الى سرعة حركة الشمس فان أوصل بين اطراف هذه المخطوط يكون الشكل الناتج هيئة فلك الأرض حول الشمس فتوصل الى

معرفة همتها وإن لم نعلم مساحتها وقد تبي كل واحد من هذه الخطوط موصلاً وتبي أيضاً نصف القطر المحامل لتبينه عن نصف قطر دائرة

(١٦٣) أن هذه الأبعاد تستعمل بواسطة الأولي رصد تغير قطر الشمس الظاهر والثانية رصد اختلاف سرعة حركتها الظاهرة ولا يستعان في ذلك بتغير الاختلاف الأفقي لقلوب بل يعتمد على التغير في قطرها الظاهر وحسب قواعد النور قطر شبح الظاهر بالقلب كبعد فيكون قطر الشمس في أيام حديثة دليلاً على نسبة بعدها في تلك الأيام

(١٦٤) متى كان قطر الشمس على معظوم يعلم أنها في بعدها الأقرب ومتى كان على أقلو يعلم أنها في بعدها الأبعد وقطرها الأعظم =  $٣٢' ٤''$  والأصغر =  $٣٢' ١''$  فنسبة الخط الموصل عند بعدها الأبعد : الموصل عند البعد الأقرب :  $٥٩٣٣ : ٥٩٣٣' ٣٢''$  :  $٥٩٣٣' ٣٢''$  :  $٥٩٣٣' ٣٢''$  أي س ١ بعد الشمس عن مركز دائرة تحيط بالعليلي وس ١ =  $\frac{1}{10}$  من ١ وهذه المباشرة نقل ١٨ كل مئة سنة ولا تزال تقل ادولاً وكثيرة ثم تأخذ بالزيادة أيضاً

(١٦٥) متى كانت الشمس في بعدها الأقرب تمر على قوس ٦١ في ٢٤ ساعة وفي البعد الأبعد على قوس ٥٧ في ٢٤ ساعة أي يزداد طولها بهذين المتنازعين عند الموقعين كل يوم ولو كانت حركتها الظاهرة متعلقة ببعدها فقط لكانت تلك الحركات بالقلب كالبعد أي كانت

النسبة بين الحركتين نفس النسبة بين نصف القطر في البعدين أي

$$\frac{٦١}{٥٧} = \frac{٢٢٥٩٣٣}{٢٢٥٩٣٣} \text{ و } \frac{٦١}{٥٧} = \frac{٢٢٥٩٣٣}{٢٢٥٩٣٣} \text{ و } ١' ٠٧'' = \frac{٢٢٥٩٣٣}{٢٢٥٩٣٣} \text{ و } ١' ٠٧'' = \frac{٢٢٥٩٣٣}{٢٢٥٩٣٣}$$

ولكن  $١' ٠٧'' = ١' ٠٧''$  فإذا حركات الشمس في مواقع مختلفة من فلكها بالقلب كسبة مربع البعد عند البعد الأقرب إلى مربع البعد عند البعد أي س ظ : س ض : : الحركة اليومية عند ض : الحركة اليومية عند ظ وهذا يصح في كل جزء من فلكها فإن اخذنا بالقياس صعودها المستقيم وميلها يومياً ومن ثم استعملنا طولها نستعمل بعدها عن الأرض في أماكن مختلفة من فلكها وكل ذلك مدون في زيجات حركة الشمس

الحرارة التي تكتسبها الأرض من الشمس مثل النور تختلف بالقلب كربع البعد أي الحرارة على البعد الأقرب : الحرارة على البعد الأبعد :  $٦١ : ٥٧ : ٢٠١ : ٢٠١$  تقريباً  $٢٠١ : ٢٠١ : ٢٠١$  :  $٢٠١$  :  $٢٠١$  أي مقدار حرارة الشمس المتوقف على البعد في أول كانون الثاني  $\frac{1}{10}$  أكثر مما هي في أول تموز وبالعكس في نصف الكرة الجنوبي وبسبب مبادرة الاعتدالين وانتقال الخط الموصل

بين نقطة الراس والذنب تنقلب هذه النسبة في نحو ١٠٠٠ سنة

(١٦٦) الأقواس التي تمر بها الأرض في سنة وجوزة كمين واحد مثلاً في بالقلب كمرجع البعد فيكون البعد بالقلب كجذور تلك الأقواس فتكون نسبة بعد الأرض عن الشمس في البعد الأقرب : بعدها في البعد الأبعد ::  $٥٧٦ : ٦١٦٠$  أي ::  $١ : ١٠٠٤٠$

الشمس أقربها إلى الأرض في صيف نصف الكرة الجنوبي وذلك سبب زيادة حر صيف تلك الجهات عن حر صيف نصف الكرة الشمالي فمأخذ ليس  $\frac{1}{10}$  من فضلة حرارة الصيف والشتاء بل نبتدئ من الدرجة التي كانت الحرارة عليها لو لم تكن للشمس وجود وذلك بالقلب -  $٢٣٩$  ف والحرارة في الظل في الاقاليم الاستوائية اذا كانت الشمس في سمت الرأس =  $١٠٠$  والفضلة  $٢٣٩$  و  $\frac{1}{10}$  من  $٢٣٩ - ٢٣ = ٢١٦$  ف زيادة الحر من السبب المشار اليه في الاقاليم الجنوبية

(١٦٧) لما كانت سرعة حركة الأرض بالقلب كمرجع البعد في كل جزء من فلكها فيكون



شكل ٦٣

مسطح الزاوية المرسومة بالموصل في وقت مفروض في مربع البعد كمية واحدة ايلاً لانه ان قُرِضت  $X$  ب مثلاً وزادت كقصان ب يكون المسطح واحداً ايلاً فان رُسم من ش (شكل ٦٢) موصلات الى ت وب طرفي قوس مرورها في يوم واحد يكون ش ت  $X$  ت ب كمية واحدة في كل جزء من فلك الأرض والقوس ت ب اذا نُظِر إليها من الأرض قوس دائرة تامة تُرى مثل ا د وهي قياس الزاوية عند ش

(١٦٨) الخط الموصل يمر على فصحات متساوية في اوقات متساوية اما في اوقات غير متساوية فعلى فصحات متناسبة للاوقات . ليكن ت ب القوس المرسوم في يوم واحد فالقطاع ت ش ب =  $\frac{1}{4}$  ش ب  $X$  ت ب خذ اي نصف قطر ش ت ب وارسم القوس ا د فقياساً للزاوية ش فلنا ش د : ا د :: ش ب : ت ب = ش ب  $X$   $\frac{1}{4}$  ش ب وبالصيغتين عن ش ب ت بهذه القيمة في المعادلة المذكورة نصير ت ش ب =  $\frac{1}{4}$  ش ب  $X$  ش ب  $X$   $\frac{1}{4}$  ش ب =  $\frac{1}{4}$  ش ب  $X$   $\frac{1}{4}$  ش ب وش د كمية ثابته وش ب  $X$  ت د ايضاً ثابته فانما الموصل يمر بفصحات متساوية في اوقات متساوية . وهذه قاعدة من قواعد كبلر سيأتي ذكرها في الفصل الثالث

وقد وجد ان فضلة البعد الأبعد والأقرب =  $\frac{1}{4}$  من البعد الأقرب أي  $٣٠٠٠$  ميل تقريباً

(١٦٩) ان تعيين هيئة فلك الأرض حسبما تقدم حاصل من ملاحظات ورصدات دقيقة

غورات هذه الهيئة تغير من علل كثيرة لأنهم بدون معرفة بعض قواعد الجاذبية العامة فلننظر قليلاً إلى تلك القواعد

## الفصل الثالث

### في قواعد كبلر والجاذبية العامة

(١٧٠) في أوائل القرن السابع عشر اخذ كبلر بحسب موقع المريخ على المبدأ الكوبرنيكي أي ان الشمس مركز حركات السيارات وفي أول الأمر قابل موقعة بالرصد بموقعه حسب افضل الزيجات الموجودة يومئذ فتارةً تطابق الموقعان واخرى اختلفا فظهر فساد الحساب ثم اخذ بحسب موقع السيارة على مفروضات مختلفة حتى افنى كل مفروض ممكن على مبدأ كون فللك المريخ دائرة وفي سنة ثمان سنين اتمعن ١٩ مفروضاً ولم يصح واحد منها فتحقق ان فللك المريخ ليس دائرة فتركه الدائرة واخذ بحسب موقع السيارة بناءً على كون فللك هليبيك والشمس في مركزها فوجد ان الحساب لم يصح فترك هذا الرأي ونقل الشمس الى احد محوري الهليبيك فوجد الحساب والواقع مطابقين تماماً وصح في سائر السيارات والقمر أيضاً فوضع قاعدته الاولى وفي

(١) فللك كل سيار هليبيك الشمس في احد محترقيه

وفي اجرائه هذه الحسابات رسم هليبيكاً عبارة عن فللك المريخ وجعل الشمس في احد المحترقين وعين مواقع السيارات في الهليبيك حسبما علمت من الرصد وبذلك كسفت قاعدته الثانية

(٢) ان الفسحات التي يمر عليها القطر الحامل تتغير بنسبة الى الوقت اسي

يمر على فسحات متساوية في اوقات متساوية

ولما نظر الى السيارات تدور حول الشمس كل واحد في فللكه تحقق عنده وجود قانون عام رابط لكل فائمه الى قاعدته الثالثة

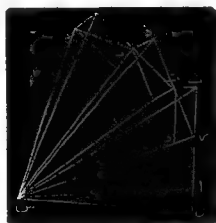
(٣) ان مربعات مدات السيارات تتغير ككعاب ابعادها الاواسط



لأجل صحة هذه القاعدة الأخيرة تماماً ينبغي أن يُقسَم مكعب البعد على مجنوع جرم الشمس والسيار غير أن جرم أكبر السيارات صغير بالنسبة إلى جرم الشمس فجرم المشتري  $\frac{1}{1048}$  من جرم الشمس كما ستعلم فلا يحصل خطأ يُعتدُّ به إذا غُضَّ النظر عن ذلك وتصحَّ هذه القاعدة في الأقمار أيضاً إلا إذا كان جرم السيار بالنسبة إلى جرم الشمس ما يُعتدُّ به كما أوضح اسحق نيوتون في القضية ٥٩ من مبادئه وبرهن أيضاً صحة هذه القواعد تعاليمياً في الكتاب المذكور

(١٧١) من كتاب المبادئ لاسحق نيوتون الكتاب الأول القضية الأولى والثانية إذا تحرك جسم بقوة محركة وقوة جاذبة إلى مركزاً فالنقطات المروية بها حول المركز تتغير بالنسبة إلى مداتها والكل في سطح واحد

لفرض جرم تحرك في السطح اس ر (شكل ٦٣) بقوة فصلة إلى ر ثم إلى ث في أوقات متساوية. ارم س ر وس ث فالثلثان اس ر رس ث متساويان ولكون القوة فاعلة في سطح واحد هما في سطح واحد ثم عند وصول الجرم إلى ر لتفعل فيه القوة المجاذبة نحو س بحيث فصلة إلى د



شكل ٦٣

في المدة التي يصل بها إلى ث وارسم ث ت موازي رس وارسم د ت موازي رس فيمربع الجرم في القطر رت ارم ث س ت فالثلثان رت رس ث رس متساويان و ث رس = راس فإذا ت رس = راس وممكنا يبرهن في ذت س دت س وهذا يصح مما كانت ار صغيرة فيصح إذا كانت القوة المجاذبة إلى المركز دائمة الفعل أي في الحركة على خط مغني وبما أن قطر كل مثلث من المثلثات المذكورة هو في نفس سطح اضلاعه

فالنقطات المروية بها في في سطح واحد وقد تبرهن أنها متساوية وذلك الخ وبالتساوي إذا كانت النقطات المرسومة حول نقطة مفروضة تتغير بالنسبة إلى الأوقات فالقوة المحركة المجنوع عن الاستقامة تفعل نحو تلك النقطة. لأن اس ر = رس ث كما تقدم وبالمفروض اس ر = رس ث فإذا رس ث = رس ث وت موازي رس ورت قطر معين الضلع رد منه تعدل القوة المحركة المجاذبة نحو س

قد تحقق حسب قاعدة كهر الثانية ان القطر الحامل لكل سيار يرم حول الشمس فمحطات  
متساوية في اوقات متساوية (ع ١٦٨) فبالضرورة القوة المجاذبة للسيارات هي نحو الشمس  
(١٧٢) فرع اول من التفضية المابقة . قاعدة السرعة لجرم دوائر حول مركز  
السرعة في اية نقطة فترست تغير بالقلب كالعمودي من مركز القوة على المماس لتلك النقطة  
ليكن س ي (شكل ٦٢) عمودا على ا ث بعد اخراجه فمساحة س ر ا =  $\frac{1}{2} \times \text{را} \times \text{س ي}$   
وفي تغير حسب تغير ا ر س ي اي ا ر  $\infty$   $\frac{\text{س ي}}{\text{س ي}}$  وار  $\infty$  س اية كالسرعة عند ا  
والمساحة س ا ر ثابتة اي السرعة س  $\frac{1}{\text{س ي}}$  اي السرعة تغير بالقلب كالعمود من النقطة س  
على الخط الذي يمر بطول الجرم او على ماس متجهين ان دار في مضي  
قاعدة المجاذبة في تلك المثلثي باعتبار البعد . (مختصر من مبادئ نيوتون كتاب اول قضية

١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤)

(١٧٢) ليكن ف موقع الجرم (شكل ٦٤)

ص و ح المخرئين اس نصف القطر الاطول ب س  
نصف منضوي ص ي و ح ز عمودين على ماس للنقطة  
ف و د س موازيا للمماس . افرض ج = جيب  
الزاوية ص ف ي ا و ح ف ز وعلى افتراض نصف  
القطر واحدا

شكل ٦٤

$$\text{ج} = \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}} = \frac{\text{و ح}}{\text{ح ف}} \quad \text{اي ج}^2 = \frac{\text{ص ي} \times \text{ح ز}}{\text{ص ف} \times \text{ح ف}}$$

وبحساب قطع الخروط ص ي  $\times$  ح ز = س ب  
وص ف  $\times$  ح ف = س د

$$\text{وبالتعويض ج}^2 = \frac{\text{ب س}}{\text{س د}} \quad \text{و ج}^2 = \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}}$$

$$\text{فبالمساواة} \quad \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}} = \frac{\text{ب س}}{\text{س د}} \quad \text{اي ص ي}^2 = \frac{\text{ص ف} \times \text{ب س}}{\text{س د}}$$

$$\text{وبحساب قطع الخروط وتر الانحناء} \quad \frac{\text{س د}}{\text{اس}}$$

فالقوة المجاذبة الى ص تنغير حسب  $\frac{ص د}{ص ف \times ص ب} \times \frac{ص د}{ص د}$  وذلك يتغير حسب  
 ص د على افتراض اس وب س ثابتين وهكذا ايضا في المثلثي  
 ان كان المثلثي شلجيا ص ي يتغير حسب ص ف ووتر الانحناء = ص ف فيتغير حسب  
 ص ف فالقوة المجاذبة الى المخرق تنغير حسب ص د اي في كل قطع مخروط القوة المجاذبة الى  
 المخرق تنغير بالقلب كربع البعد  
 وبالقلب اذا تغيرت القوة المجاذبة الى المخرق بالقلب كربع البعد يكون المحيبي قطع  
 مخروط



شكل ٦٥

(٦٧٤) برهان آخر، ليكن  
 الجسم عند م (شكل ٦٥) وليكن  
 ف م القطر الحامل لثقل السلسلة  
 وليكن م و قطرا الانحناء عند م  
 واذا ذاك فهو عمودي على الماس  
 ر ل وليكن م ن قوسا صغيرا  
 جئا الى غير نهاية يربها الجسم  
 في مثل قصيرة جئا . ارسم ف ر

عمودا على الماس م ر ون ك عمودا على ف م ون ح عمودا على م و فالمثلثات رف م ح م ي  
 ك ن ي متشابهة وم ن يعتبر خطأ مستقيما يرسم بفعل التوازن اي المجاذبة الى المخرق م ي والنافذة  
 التي تعدل ي ن وتوازيه ونحسب الحركة في م ي متسارعة على السارية لانه في المثلث التصيرة  
 المعروضة تحسب القوة المجاذبة ثابتة فيجيب م ي قياس المجاذبة الى المخرق = ج ا ب  
 ج م ي فيقتضي ان يبرهن ان م ي  $\propto \frac{1}{ص د}$

بالمثلثات المتشابهة م ي : م ح " ن ي : ن ك اي م ي = م ح  $\frac{ن ي}{ن ك}$  (٤٧)

والوتر م ن هو متوسط بين سهم الجيب م ح والقطر م و اي م ح =  $\frac{ن ي}{ن ك}$   
 ولكون القوس صغيرة الى غير نهاية ن ح = م ن اي م ح =  $\frac{ن ي}{ن ك}$  وسهم الجيب م ح وايضا  
 ح ي صغير جدا بالنسبة الى ن ح فهو وضع ن ي عوضا عن ن ح اي

(٤٨)

$$ح م = \frac{ن ي}{م^2}$$

بحساب قطع المخروط م و  $\frac{پ}{ف} = \left(\frac{ف م}{ف ر}\right)^2$

وبالمثلثات المتشابهة  $\frac{ف م}{ف ر} = \frac{ن ي}{ن ك}$

فبالتعويض م و  $\frac{پ}{ف} = \left(\frac{ن ي}{ن ك}\right)^2$  بالتعويض في (٤٨)

$$ح م = \frac{ن ك}{ن ي \times پ} \text{ وبالتعويض في (٤٧)}$$

$$م ي = \frac{ن ك}{ن ي \times پ} \times \frac{ن ي}{ن ك} = \frac{١}{پ}$$

أما القطاع ف م ن فتباينة ف م ن ك أي

$$ن ك = \frac{ف م^2}{ف م} \text{ ون ك} = \frac{ف م^2}{ف م} \text{ أي}$$

(٤٩)

$$م ي = \frac{ف م^2}{ف م \times پ}$$

وهنا ان القسومات التي يربها القطر المحامل تتغير بالنسبة الى الاوقات فيكون ف م ن ثابتاً  
فاذا

(٥٠)

$$م ي = (\text{حج}) \infty \frac{١}{ق م}$$

أي القوة المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد

(١٧٥) وهذا القانون يصح في كل قطع مخروط وفي أفلاك مختلفة كما هو من في مبادئ نيوتون

كتاب أول في ١٤ فصحح في كل اجرام نظام دائمة حول جرم واحد مركزي

لنرض ١ نصف قطر المريخ الاعظم وب نصف منه فهو فيكون ١ معدل البعد أي البعد

الوسط لكل نقطة من المنحنى عن المحرق وحسب قطع المخروط مساحة المريخ =  $\pi$  ا ب فان

فُرِضَتْ م = المساحة التي يبرمجها القطر الحامل في ثانية واحدة وع = عدد الثواني في دوران كامل

فكل العليبي = م ع و  $\pi$  اب = م ع

$$\text{وع} = \frac{\pi \text{ اب}}{2} = \frac{\pi \text{ اب}^2}{2} \text{ وح} = \frac{\pi \text{ اب}^2}{2} \text{ وحسب قاعدة كبلر الثالثة}$$

$$\text{ع}^2 \propto \frac{\text{اب}^2}{2} \text{ اي } \frac{\text{اب}^2}{2} \propto \frac{\text{ب}^2}{1} \text{ اي } \frac{\text{ب}^2}{1} \propto \text{م}^2$$

ونصف البرامير  $\frac{p}{2}$  هو متناسب ثالث للقطرين ا و ب

$$\text{فإذا } \frac{\text{ب}}{1} = \frac{p}{2} \text{ ابه } \frac{p}{2} \propto \frac{\text{ب}}{1} \text{ م}^2$$

فبالعويض عن م بالقيمة  $\frac{p}{2}$  (ابيه فم م في معادلة (٤٩) نصير

$$\text{م}^2 = \frac{4 \text{ فم م}^2}{\text{فم} \times p} = \frac{p^2}{\text{فم}^2} = \frac{p^2}{\text{فم}^2}$$

$$\text{ابيه ج} \propto \frac{1}{\text{فم}}$$

ابيه المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد في افلاك مختلفة كما في اقسام مختلفة من فلك واحد

(١٧٦) وهذه القواعد تنجح ايضا على المسافات القصيرة القريبة كما على الطويلة البعيدة

ليكن من الارض (شكل ٦٦) وا موقع القمر وليكن آ آ عبارة

عن الصفحة التي يقع فيها القمر بالمجاذبة في ثانية واحدة و اب القوس

التي يبرمجها في ثانية واحدة فلولا قوة تحرفة لذهب على استقامة الى ب

فيكون ب ب اوسهم الجيب آ آ (الذي يعادله في قوس صغير جدا)

المسافة التي يقع فيها في ثانية واحدة فاذا انضم فلك القمر على عدد الثواني

اللازمة لمروره فيكون الخارج اب وهذه القوس وتوترها يعتبران

متساويين

$$\text{و } 2 \text{ اض : اب :: اب : آ آ} = 0.035 \text{ من القدرات}$$

على سطح الارض يبرجم في الثانية الاولى من سقوطه على  $\frac{1}{16}$  شكل ٦٦

قدما فاذا كانت القاعدة الماضي ذكرها صحيحة ليه ان المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد نستعلم

المسافة التي يسقط فيها جرر على بعد القمر هذه النسبة

مربع بعد القمر: مربع  $\frac{1}{4}$  الأرض:  $16 \frac{1}{16}$  قدماً ٥٠٣٦٠. قيراط وذلك يوافق تقريباً ما يستطاع القمر عن حاس للثقل في ثانية واحدة

(١٧٧) اذا تحرك سياراً وذهب نحو سيار آخر فحركة تسارع ومسايرتها تزيد بالقلب كمرجع البعد وإذا ذهب عن سيار آخر فتبطئ حركة على هذه القاعدة نفسها وقد تبرهن في الفلسفة في باب الميكانيكيات ان المجاذبية تتغير كمقدار الميولي وهكذا في الاجرام السماوية ايضاً اي المجاذبية تتغير بالاستقامة كمقدار الميولي وبالقلب كمرجع البعد

اذا رمي حجر أو أطلقت كتلة من مدفع فطريق المري بدون الثفات الى مقاومة الهواء الكروي هو قطعة من فلك هيلبي احد محترقي مركز الأرض وقد تبرهن في الفلسفة (ع<sup>٨٧</sup>) ان طريق مرمي من قوس من شلبي بناء على كون المخطوط العمودية منه على سطح الافق متوازية وقوة المجاذبية ثابتة وكلاهما ليس بصحيح الى التام. فاذا علم بعد القمر ومدته فالوقت اللازم للمري ان يدور دوراً كاملاً في مضيق من قاعه كبلر الثالثة وإذا لاسهل للانسان ان يرمي مرمياً بقوة تبلغ اسفل فلكه الى ابعد من مركز الأرض فيحسب معدل ذلك نصف نصف قطر الأرض وعلى افتراض بعد القمر ٦٠ قطراً ومدته  $17 \frac{1}{2}$  يوماً تكون النسبة  $160 : 1 : 2$  ::  $(\frac{1}{4}) : 2$  ::  $(\frac{1}{4}) : 2$  ك<sup>٢</sup> فستعلم قيمة ك = نحو ٣١ دقيقة

اي كل مرمي اذا دار في فلكه بدون معارضة حسب قواعد المجاذبية الفاعلة خارج الأرض يدور دوراً كاملاً ويعود الى موضعه في نحو نصف ساعة



شكل ٧٧

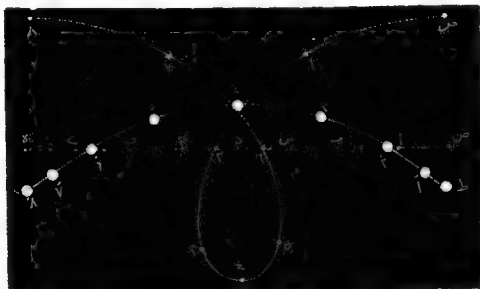
(١٧٨) ولكي نرى فعل زيادة سرعة الرمي في المرميات لنفرض ف (شكل ٦٧) نقطة بقرب الأرض ا د ي والقوة النافعة تدفع الى جهة ف ب حتى يصل المري الى د فان زيدت القوة فقد يصل الى ي فكان مركز الأرض المحترق الابعد للثقل. فان زيدت القوة النافعة حتى تعدل المجاذبية تماماً دار المري في دائرة تامة ف ق غ ومعدل البعد يعدل حيث ان نصف قطر

الأرض فيستعلم وقت الدوران بقاعدة كبلر الثالثة وهي  $160 : 1 : 2$  ::  $(\frac{1}{4}) : 2$  ::  $(\frac{1}{4}) : 2$  ك<sup>٢</sup> وإذا زادت القوة ايضاً بترك المري في هيلبي ف ك محترقة الاقرب مركز الأرض وإذا زادت القوة تزيد مباينة هيلبي فتصير فرك وزيادة القوة ايضاً ينتهي الى شلبي ثم الى هذلولي فلا يعود الى طريقة نحو الأرض

(١٧٩) اذا افترضنا حركة الارض المرمية او حركة سيار آخر المرمية حاصلة من دفعة واحدة فربما كانت تلك الدفعة سبب الدوران على المحور ايضا . فان فعلت القوة الدافعة على خط ماز بالمركز تجبت حركة مستقيمة بدون دوران على المحور وان لم يمر ذلك الخط بالمركز حصل دوران على المحور ايضا وقد حسب البعض ان حركتي الارض ممكن حصولها بقوة دافعة على خط ٢٤ ميل من مركز الارض على الجانب الابعد من الشمس . ولو فعلت على الجانب الاقرب الى الشمس لكان الدوران العكسي عكس ما هو

(١٨٠) في حركات الشمس والسيار من قبل دفع السيار

لنفرض الشمس عند ط (شكل ٦٨) والارض عند ص وكل واحدة منها جاذبة الاخرى ثم اندفعت ص على خط عمودي على ص ط فلا يمكن ان تبقى ط ثابتة وتتحرك ص حول ط لانه كما قد تبرهن في الفلسفة الطبيعية ان مركز ثقلها يتحرك كما كان مجموع الجسمين قد تحرك لو اوصل بين مركبيها واندفعوا اندفاعا واحدا فلنفرض ان بين وزن الجسمين والقوة الدافعة نسبة حتى يراد بها



شكل ٦٨

ض على النجوم ض ا اب ب س الخ يفا يمر ص هـ في دائرة حول المركز المتحرك فعند وصول المركز الى ا يكون ص عند ا اي هـ من العمودي عند ا ولا بد ان يكون ط في الجهة المتعاقبة من ا بالنسبة الى ص وعلى نفس البعد من ا الذي كان عليه من ض قبل فبواسطة دفع ص والمجاذبية بين ص وط قد تحرك ط الى ا ثم متى كان المركز عند ب يكون ص في ٢ وط عند ٢ وما دام ص فوق الخط ض هـ جُذِب ط نحو ذلك الخط ثم نقطة ومن خاصة السكون يبقى سائرا الى الاعلى مع ان ص قد صارت تحت الخط وعلى هذا النسق الاجرام

الدائرة حول مركز محرك ترسم دوائر بالنسبة الى ذلك المركز وترسم خفيفة منحنيات تختلف كثيراً عن تلك الدوائر وفي ابدأ نوع من انواع المنحنى المعروف بالايبيكولويد وفي المفروض السابق يرسم السيارة ايبيكولويد يكون عدة انشوطات والطريق يقطع نفسه مرة في كل دوران وطريق الجرم الأكبر خط مموج والجرم ص يتجه في اسفل الانشوط من ٢ الى ٤ الى ٥ وط يتقدم على سرعة غير متساوية لان كلًا منها تارة يعوق الآخر وأخرى يسرعه ولا يهيل الدوران جرمين مستقلين حول مركز ثقل ثابت الأ يدفع كل واحد منها بقوة واحدة الى جهتين متقابلتين فتدوران فاعلم ان على هذه الكيفية ما زوج فعلها الدوران فقط



شكل ٦٩

(١٨١) سبب ما بسبب من نقطة الذنب وما يؤمن نقطة الرأس كلما بعد السيارة من الجرم المركزي ش (شكل ٦٩) من ح الى ك الى ا تتل سرعة حتى تغلب القوة الجاذبة القوة الدافعة بها يكفي لاحتوائه الى س ثم تاخذ بالزيادة وتزيد السرعة ايضاً في المرور من د اي ي الى ف فتتبع السرعة ونوع السيارة الى ش والجاذبة كافية لاحتوائه عن الاستقامة فينتهي الى غ ايضاً فبعد س يصير طريقة داخل محيط دائرة حول المركز ش فيعود وعند غ يصير طريقة خارج دائرة حول المركز ش فياخذ بالذهاب ايضاً

## الفصل الرابع

في مبادرة الاعتدالين والكبوا وانحراف النور وحركة نقطتي الرأس والذنب وموقع الشمس الحقيقي والوسط

(١٨٢) اذا تعين طول النجوم وعرضها فبعد مضي سنين يرى الطول قد زاد والعرض باقر على ما كان وسبب ذلك مبادرة الاعتدالين والكبوا مبادرة الاعتدالين فيراد بها انتقال نقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء رويداً رويداً من الشرق نحو الغرب ان عيننا النقطة التي فيها تقطع الشمس خط الاستواء هذه السنة ووافقت موقع نجم معروف مثلاً فنراها في السنة الآتية نقطة الى غربي ذلك النجم فسميت مبادرة اما لان الشمس تسبق اليها كل



سنة وإما لانه في مرور الماجرة اليومي يسبق الاعتدال المحم الذي قطعت الماجرة معه في السنة الماضية. وعلى هذا السيل في مضي الادوار تقع تقطنا الاعتدالين في كل نقطة من دائرة البروج (١٨٤) كمية المبادرة السنوية =  $50^{\circ} 2'$  ولما كان في كل درجة  $360^{\circ}$  لنا  $360 \times 360 = 129600$  في دائرة و  $129600 + 50^{\circ} 2' = 25817$  سنة لدوران الاعتدالين دوراً واحداً

(١٨٤) من مبادرة الاعتدالين بدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج في  $25817$  سنة كما تقدم وكما ان نجم القطب لم يكن نجم القطب في قدم الزمان ممكن لا يكون كذلك في المستقبل ونرى من الزيجات القديمة للنجوم الثوابت ان نجم القطب كان حيثئذ بعيداً عن القطب  $12^{\circ}$  وبعد عنه الآن  $22^{\circ} 1'$  تقريباً وستقرب اليه حتى يصير بينهما نحو  $1^{\circ}$  ثم يبعد عنه وبعد مضي نحو  $13000$  سنة يكون قطب خط الاستواء قد امتل الى الجانب الآخر من دائرة البروج فيصير بين النسر الواقع والقطب اقل من  $5^{\circ}$  فيكون هو حيثئذ نجم القطب وبقر سنة  $2100$  يكون نجم القطب والقطب  $29^{\circ} 50'$  و  $2100 +$  نصف  $25817$  اي  $12908.5 = 15044$  اي في تلك السنة يكون نجم القطب على بعد ابعد عن القطب اية  $45^{\circ} 43'$  وبقر سنة  $2300$  ق م كان النجم الثالث من ذنب الثعبان اي « الثعبان نجم القطب اذ كان بعده عن القطب يومئذ  $10^{\circ}$  فقط

(١٨٥) قد تقدم ان مبادرة الاعتدالين صادر من جاذبية الشمس والقمر على زيادة الميولي في الاقاليم الاستوائية لكون الارض شبيهة بكرة وليست كرة تامة ولما كانت الشمس في دائرة البروج وميل تلك الدائرة  $23^{\circ} 27'$  على دائرة خط الاستواء فالجاذبية المشار اليها تنجذب خط الاستواء نحو دائرة البروج ولولا حركة الارض اليومية لانتهتا الى سطح واحد



شكل ٢٠

(١٨٦) لسبب ميل دائرة البروج على خط الاستواء تكون جاذبية الشمس للاقسام الاستوائية مائلة فتعمل الى قسمين احدهما عمودي على خط الاستواء وفعل هذا القسم هو ادارة نصف المحلقة الاستوائية الاقرب الى الشمس نحو دائرة البروج والخط الذي تدور عليه هو الموصل

بين الاعتدالين والنصف الآخر بعد عن دائرة البروج غير ان الابعاد اقل من التقريب فتتقدم

الحلقة نحو دائرة البروج وهذا الاقتراب مع مسكون الحلقة الاستوائية في الحركة اليومية يقهر الاعتدالين  
ليكن  $\gamma$  سطح دائرة البروج (شكل ٧٠) و  $\alpha$  الحلقة الاستوائية الميولية فجوهر من  
هذه الحلقة  $\alpha$  مثلاً بسبب السكون في الدوران الميوي يميل الى  $\gamma$  في سطح  $\alpha$  فليكن  $\alpha$  ب عبارة  
عن تلك القوة واف عبارة عن الميل نحو  $\gamma$  بسبب جاذبية الشمس فتكون الحركة الناتجة من  
القوتين القطراد وذلك يقهر  $\gamma$  الى  $\alpha$  وكل جواهر الحلقة تحت هذا الفعل الا لحظة كل يوم  
عندما تقطع  $\gamma$  و  $\alpha$  لم تكن الشمس على خط  $\gamma$  كما في  $\alpha$  اذار وابلول فيبطل الفعل حيناً  
(١٨٧) ان فعل القمر في مبادرة الاعتدالين اعظم من فعل الشمس لقربه والنسبة بين فعل  
وفعل الشمس  $3:7$  وللسمارات ايضاً فعل في زيادة الميولي عند الاجزاء الاستوائية غير ان فعل  
السمارات هو لتقليل المبادرة لان مقدار المبادرة المحاصلة من جاذبية الشمس والقمر  $1:41$  وفعل  
السمارات بالفضة  $31:50$  "فبقي للمبادرة  $3:50$ "

(١٨٨) ان زمان دوران الشمس من نقطة الاعتدال الى ان تعود اليها ايضاً  $365$  سنة اعتدالية  
وقد رأينا ان ذلك ينقص عن دوران كامل  $50:2$  ونسبة  $365:50:2$  اي حركة الشمس اليومية  
 $24:56:48$  ساعة  $50:2$  من الوقت اي السنة الاعتدالية اقصر من السنة النجمية بمقدار  
 $23:56:48$  وقت شمسي اوسط فالسنة النجمية  $365:56:48$   $365:56:48$   
والاعتدالية  $365:56:48$

(١٨٩) ومن مبادرة الاعتدالين حدث ايضاً ان اسماء البروج الآن لا توافق الصور المسماة  
بتلك الاسماء بل انقلبت البروج  $28$  الى غربي صورها ولا ريب انه لم يكن كذلك في اول تقسيم  
دائرة البروج بل كان كل برج حقيقياً يوافق صورته  $50:2$  سنة واحدة  $30$   
( $108000$ )  $60:21000$  اي ق م بقو  $280$  سنة اي مدة قليلة بعد بناء مدرسة الاسكندرية

### في الكبي

(١٩٠) رأينا سابقاً ان مبادرة الاعتدالين ودوران قطب خط الاستواء حول  
قطب دائرة البروج يحصل من جاذبية الشمس والقمر على الحلقة الميولية في اجزاء الارض الاستوائية  
فلا بد ان يكون فعل تلك الجاذبية اعظم متى كانت الشمس في الممارين ولا شيء متى كانت في  
الاعتدالين ونسبة فعل القمر في هذا العمل الى فعل الشمس  $2:50$  تقريباً فيحصل من ذلك تقهبر  
سمتري ميل دائرة البروج على خط الاستواء تارة يزيد واخرى يقل وبالنسبة لفصل حركة القطب  
خط الاستواء تارة يقرب الى قطب دائرة البروج واخرى يبعد عنها فتكون حركة قطب خط

الاستواء حول قطب دائرة البروج في دائرة محيطها مركب من خطين يمتد بها الى نحو قطب دائرة البروج دواليك فتشبه خطاً موجياً (شكل ٧١) وهذه الحركة سُميت الكيو وكتبها نحو ١٨ في قطب خط الاستواء و قطب دائرة البروج وسمى الكيو ٢٥°



## في انحراف النور

شكل ٧١

(١٩١) الانحراف هو تغير في مكان جرم سماوي الظاهر حادث من حركة الأرض في فلكها في مدة انتقال النور عن ذلك الجرم اليها فيكون مكانه الظاهر وراء مكانه الحقيقي بمقدار الانحراف



شكل ٧٢

ليكن ي ي س (شكل ٧٢) جزءاً من دائرة البروج و ن ي شععة من نجم عند ن خذ ي س متناسباً لحركة الأرض في فلكها و ي ت متناسباً لحركة النور وتم شكل ي س ب ت وارسم القطر ي ب ومن حركة الأرض في فلكها في مدة انتقال النور اليها من النجم يظهر كأن العين ثبتت عند ي واتى النور من نجم عند ن فيكون الفرق بين المكان الظاهر والمكان الحقيقي لناظر عند ي الزاوية ن ي ن فمن نسبة سرعة حركة النور الى سرعة حركة الأرض في فلكها نستعمل هذه الزاوية وحركة النور ١٩٢٠٠٠ ميل كل ثانية وحركة الأرض = ١٩ ميلاً كل ثانية فليكن ي س حركة الأرض و ي ت حركة النور فنسبة

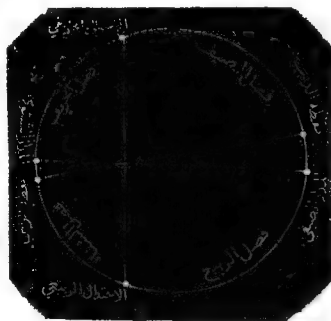
١٩٢٠٠٠ : ١٩ = ي ت : ي س = زاوية ت ي ب = ٢٠° ٤٤٥١' = ن ي ن مقدار الانحراف فمضى كان النور الآتي من جرم سماوي عمودياً على فلك الأرض يكون الانحراف ٢٠° ٤٤٥١' وقد سُميت هذه الكمية سمي الانحراف وإذا كانت الأرض متحركة نحو الجرم يكون الانحراف صفراً فنجم واقع في سطح دائرة البروج يظهر في مكانه الحقيقي مرة في كل ستة أشهر وقبل هذين الوقتين بثلاثة أشهر وبعدها بثلاثة أشهر ينحرف الى الجهتين المتقابلتين ٢٠° ٤٤٥١' فيكون كل انحراف ٤١° تقريباً ونجم في قطب دائرة البروج يسبق مكانه الظاهر ٢٠° ٤٤٥١' ايها فكانه يرسم دائرة قطرها ٤١° وكل جرم بين سطح دائرة البروج وقطبها يرسم هليجياً قطره الأعظم ٤١° وقطره الأصغر يريد بالنسبة الى عرض النجم

الانحراف برهان حي على حركة الأرض وصحة النظام الكوبرنيكي وإذا استعملنا موقع نجم بالحساب ورأينا موقعه بالنظر لنا الانحراف فتستعمل من ذلك سرعة النور بقلب النسبة المذكورة

أي ماس ٢٠٤٤٥١ "  $\frac{1}{4}$  ق ١٩ " ميلاً ١٩٣٠٠٠ ميل كل ثانية

(١٩٢) ان تقطعي الرأس والذنب للأرض ليستا بمتجهين بل تتقلبان بين البروج من الغرب الى الشرق وما الآن في ١٠ السرطان و ١٠ المجدي أي تكون الأرض في نقطة الذنب في أول تموز وفي نقطة الرأس في ١ كانون الثاني فان رصدنا وقت وصول الأرض الى نقطة الرأس هذه السنة وعيناً موضعها بين البروج نجد في السنة الآتية انها تصل الى تلك النقطة ٦٦' ١١" الى شرقي النقطة المشار اليها وهاتان النقطتان تتقدمان كل سنة ٦٦' ١١" ولكن الاعتدال الذي نحسب منه الطول يهرك الى الغرب كل سنة ٥٠' ١" فيتغير طول نقطة الرأس كل سنة ٧٦' ٦١" وهذه الحقيقة يُعبر عنها بان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب له حركة سنوية من الغرب الى الشرق ويدور دورانياً كاملاً في ١١١٤٩ سنة \*

في سنة ١٨٠٠ كان طول نقطة الرأس ٢٧٩° ٢٠' ٨" أي فانت المدار الشتوي ٩° ٢٠' ٨"



شكل ٧٣

كانت عند المدار الشتوي في سنة ١٢٤٧

لان ٩° ٢٠' ٨" +  $\frac{1}{4}$  ق ٦١ = ٥٥٣°

و ١٨٠٠ - ٥٥٣ = ١٢٤٧ وعلى هذه

الكمية يستعمل ان نقطة الرأس توافق

طول المدار الصيفي في سنة ١١٧٤١

في سنة ٤٠٨٩ ق م وافق طول

نقطة الرأس الاعتدال الربيعي في سنة

٦٥٨٩ يوافق الاعتدال الخريفي وفي سنة

١٧٢٦٧ يعود الى موافقة الاعتدال

ربيعي فيكمل الدوران وعلة هذا الانتقال

في جاذبة السيارة الكبار التي دوائرها

خارج دائرة الأرض حول الشمس لان فعلها مضاد جاذبية الشمس وهذا الانتقال واختلاف طول

الفصول من هذا القبيل ينضج من شكل ٧٣

\* ان انتقال نقطة الرأس والذنب اكتشفه أولاً محمد بن جابر بن سنان ابو عبد الله المحراني المعروف بالبتاني نسبة الى البتان قرية بقرب حران بين النهرين من رصد رصدها في آخر القرن التاسع وأوائل القرن العاشر للمسيح في الرقة على الفرات . كان صائياً وتوفي سنة ٩٢٩ مسجياً

(١٩٣) ان رُسم خط من الشمس الى جرم وآخر الى بعد الابد عن الشمس سُميت الزاوية المحاذية بينهما الزاوية الوسطى ومدة انتقال الشمس من نقطة الذنب مثلاً الى ان تعود اليها ايضاً سُميت سنة وسطى ولا بد ان تكون اطول قليلاً من سنة نجمية لانه يقتضي للشمس ان تحرك ١١٦٦" اكثر من دائرة كاملة

و ٢٦٠ ٢٥٦ ٢٦٥ ١١٦٦ ٤٠ ٤٠ اي زيادة سنة وسطى على سنة نجمية

(١٩٤) من تغيير تقطعي الراس والذنب بالنسبة الى المدارين لا بد ان يحصل تغيير ايضاً في الفصول لانه لما كانت الارض في البعد الاقرب عندما كانت الشمس في المدار الشتوي كما كان في ١٢٤٨ والارض حينئذ على اسرع حركتها يكون الشتاء اقصر من الصيف وبالعكس ان كانت الارض في البعد الاقرب والشمس في المدار الصيفي تكون الارض حينئذ على اسرع حركتها في الصيف ويكون الصيف اقصر من الشتاء والآن تقرب نقطة الراس الى المدار الشتوي نجد الشهور الستة للشتاء اقصر من التي للصيف بأكثر من سبعة واقل من ثمانية ايام

(١٩٥) حركة جرم الوسطى في الحركة التي كانت له لو تحرك على التساوي في دائرة تامة فحسب للأجرام السموية دوائر حقيقية وحسب المكان الذي يكون فيه الجرم لوقت مفروض اية مكانة الاوسط ومن ثم يُصلح ذلك لاختلاف فلكه عن دائرة حقيقية وهكذا يُستعلم مكانة الحقيقي والزيجات الفلكية تعين المكان الاوسط للأجرام السموية ومعادلات لاصلاح ذلك

(١٩٦) انواع الاصلاح اللازمة للكميات المنقولة في الزيجات لاجل معرفة مكان جرم الحقيقي سُميت معادلات . مثاله لو حسبنا مكان الشمس الاوسط لوقت فلكي نستعلم مكانها الحقيقي يجب



شكل ٧٤

ان نعتبر التغيير الحاصل من مدارية الاعتدالين ومن الكبر ومن مهابنة فلكها فوضاف الى الزيجات معادلات لكل هذه الاثبات بها يُصلح المكان الاوسط لمعرفة المكان الحقيقي وايضاً معادلات لجاذبية السيارات التي يحدث منها تغيير في مكان الشمس والارض بالنسبة الى السيارات وفي مكان السيارات بنسبة بعضها الى بعض لكن ت ي ب (شكل ٧٤) فلك الارض

ولكن الشمس عند ص . على القطر ت ب ا رسم دائرة

ت م ب وليكن ي موضع الارض في فلكها وم المكان الذي كانت تكون فيه لو لم تحركت في دائرة

حقيقية فالزاوية م س ت تسمى الزاوية الوسطى غير الحقيقية ويصت الزاوية الوسطى الحقيقية والفرق بينهما أي م س ت - ي ص ت = معادلة المركز أي الاصلاح اللازم للزيجات من جداول هليبية فلك الارض وفي اعظم انواع الاصلاح كلها لمعرفة طول الشمس الحقيقية اذ تبلغ احياناً  $1^{\circ} 50' 36''$

## الفصل الخامس

في القمر . اوجه القمر ودورانه . تخطيط القمر

(١٩٧) القمر جرم سماوي تابع الارض يدور حولها على بعد معدلة  $384400$  ميلاً ومباينة  $0.0549$  فيكون معظم بعده  $351947$  واقلة  $35719$  ومعدل اختلافه الانفي عند خط الاستواء هو  $5700$  ومعدلة  $60$  واقلة  $7052$  فيستعمل بعد هذه النسبة جيب  $5700$  : نصف قطر الارض  $39638$  :  $\frac{1}{2}$  :  $384400$  وحسب آدمس  $384792$  . اما قطر القمر الظاهر فهو  $64$  و  $\frac{1}{2}$  :  $384400$  : ج  $15' 43''$  :  $10800$  = نصف قطر القمر والقطر  $2161$  ميلاً هذا حسب منسن وحسب بعضهم نصف القطر  $15' 46''$  فيزيد القطر المذكور نحو  $7$  او  $8$  اممال ونسبة سطح الارض الى سطح القمر كربع نصف قطرها اية كسبة  $12:1$  ولان الكرات ككثايات اقطارها يكون جرم القمر  $\frac{1}{49}$  من جرم الارض اما ثقله النوعي فقد حسب ابي  $\frac{1}{4}$  أي  $\frac{1}{4} = 610$  من ثقل الارض النوعي فوزنه  $610 \times \frac{1}{49} = \frac{1}{8}$  تقريباً . ان حسب الارض واحداً فنسبة الجاذبية على الارض الى الجاذبية على القمر :  $\frac{800}{111800} : \frac{1}{111800}$  أي  $6:1$  تقريباً الاختلاف الانفي حسب آيري  $57' 44'' = 38606$  بعد " " " " آدمس  $57' 37'' = 38818$  بعد

(١٩٨) من رصد القمر من يوم الى يوم يراه يدور حول الارض من الغرب الى الشرق وميل فلكه على دائرة البروج بخلاف بين  $0^{\circ} 20' 6''$  و  $4^{\circ} 57' 32''$  ومعدلة  $5' 8' 50''$  ومدة دورانه  $27^{\circ} 23'$  يوماً أي الى ان يعود الى الموضع بين النجوم الذي كان فيه

(١٩٩) المدة المتعار اليها في الشهر النجمي واما مدة الدوران بالنسبة الى الشمس فهي الشهر القانوني وهو  $29^{\circ} 53'$  يوماً لان القمر يمر كل يوم على  $12$  درجة تقريباً والشمس في مدة  $27$  يوماً تنقدم

نحو ٢٧ فيقتضي للقمر يومان بزيادة لكي يقترب بالشمس أيضاً  
(٢٠٠) المعدتان هما نقطتا تقاطع فلك القمر ودائرة البروج وبينهما ١٨٠° فإذا كان القمر  
صاعداً من الجنوب الى شمالي دائرة البروج فقطع النقطتين في العقدة الصاعدة والاخرى العقدة  
النازلة

مضى كان الشمس والقمر على طول واحد قبل انهما في الاقتران ومعنى كان بينهما ٩٠° طولاً قبل  
ان القمر في الربع الاول ومعنى كان بينهما ١٨٠° قول ان القمر في الاستقبال ومعنى كان بينهما ٢٧٠°  
قبل ان القمر في الربع الثالث

(٢٠١) يستعمل الشهر القانوني بمقابلة المحسوفات القديمة بالحدثة اي بقسمة الايام بينها على  
عدد المباللات وهو ٢٩ يوماً  $29 \frac{49}{52} = 29.94$  يوماً

(٢٠٢) لاستعلام الشهر القمري اقس ٢٦٠ على  $29.94$  اي ايام ٨٦٥٠ في سنة شمسية فلما  
٩٨٥٦ اي حركة الشمس اليومية. اضربها في  $29.94$  اي ايام الشهر القانوني فلما  $29.94 \times 100 = 2994$   
اي القوس التي تقطعها الشمس في الشهر القانوني فيقطع القمر  $29.94 + 29.94 = 59.88$  في شهر قانوني  
و ٢٦٠ في شهر شمسي ثم نسبة

$29.94 + 29.94 = 59.88$  يوماً  $29.94 + 29.94 = 59.88$  يوماً وهو بالتدقيق  $29.94 + 29.94 = 59.88$   
(٢٠٣) هيئة فلك القمر يستعمل كما تقدم من جهة فلك الشمس لان قطر القمر الظاهر يختلف  
بين  $31' 32''$  و  $31' 11''$  فتكون نسبة بعد القمر الابدال الى بعده الاقرب  $6:7$  تقريباً  
ومعدل مباينة فلكه  $\frac{1}{18} =$  نحو  $1211$  ميلاً معظمها  $\frac{1}{15} = 1076$  ميلاً ومصغرها  $\frac{1}{22} = 1010$   
اميال اي  $\frac{1}{4}$  مرات اكثر من مباينة فلك الارض ولكن بالظلال يمتاز عن دائرة حقيقة لان  
القطر الاعظم يزيد على منصفه  $\frac{1}{3}$  من طول فقط

معنى كان القمر على اقرب مسافته عن الارض قبل ان في الاوج ومعنى كان على ابعد ما قبل ان  
في الخفض

الشهر الاوسط هو مدة دوران القمر من اوج الى اوج او من خفض الى خفض وهو ٢٧٥٠ يوماً  
يوماً والشهر العقدي هو مدة الدوران من عقدة الى عقدة وهو ٢٧٢١ يوماً

(٢٠٤) القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض اي مرة في ٢٧٢٢ يوماً  
ومحوره عمودي على سطح فلكه تقريباً فترى من سطح الارض جانب واحد من القمر فقط ويرى كل  
سطحه من الشمس مرة في كل شهر قانوني اي ٢٩٥٢ يوماً. بهارة ١٥ يوماً وليلة ١٥ يوماً تقريباً  
خط القمر الاستوائي مائل قليلاً على دائرة البروج وعقدته الصاعدة توافق عقدة فلكه النازلة

ابتداءً فبرسم محور القمر سطحاً مخروطياً حول محور دائرة البروج مرة في كل ١٨٠ سنة (٢٠٥) تمايل القمر هو حركة جزئية لها يظهر لنا شيء قليل من نصف كرتها المخفية وهي ثلاثة أنواع تمايل طويلاً وتمايل عرضاً وتمايل يومي أما التمايل طويلاً فهو يتبدد النظر قليلاً حول خط الاستوائي أولاً من الجانب الواحد ثم من الجانب الآخر مرة كل شهر نحبي وذلك لأنه بدور دورانا متساوياً على محوره ويحرك على غير تساوي في فلكه . فتمنى كان في الحضيض بدور على محوره أكثر من ٩٠ يوماً يمر على ٩٠ من فلكه فنرى أكثر قليلاً من جانبه الشرقي وبالعكس متى كان في الأوج فنرى أكثر قليلاً من جانبه الغربي ومعظمه ٥٥ ٧' فلو كان فلك القمر دائرة لما حصل تمايل طويلاً

أما التمايل عرضاً فهو يتبدد نظراً إلى ابتعد من قطبيه قليلاً بما أن محور القمر مائل قليلاً على فلكه أي ٦' ٢٩' على المعدل فيقوجه نحونا أولاً القطب الواحد ثم الآخر مرة كل شهر . ومعظمه ٤٧' وباتفاق النوعين يتكشف من سطحه ١٠' ٢٤' فلو كان فلكه وحطه الاستوائي في سطح واحد لما حصل تمايل عرضاً

أما التمايل اليومي فمن قبل الاختلاف اليومي لأنه متى كان على الهاجرة رآه كما لو نظرنا إلى مركز الأرض تقريباً ومتى كان في الأفق يكون ابتعد عما نرى ٤٠٠ ميل فيمتد النظر قليلاً على جانبه الغربي عند شروقها وعلى جانبه الشرقي عند غروبها ومعظمه ٢٢' وبمساعدة أنواع التمايل نرى من سطح القمر  $\frac{57}{100}$  والقسم منه المخفي عما ابتدأ هو  $\frac{43}{100}$  من سطحه

(٢٠٦) بعد القمر عن الأرض هو نحو ٦٠ مرة  $\frac{1}{4}$  ق الأرض وبالتدقيق ٥٩٦٦' فتمنى كان على الهاجرة يكون قطره الظاهر  $\frac{1}{4}$  مرة أكبر مما هو والقمر في الأفق أي نحو ٣٠' وذلك لأنه يشرى بالنظر بل يقاس بالآلات

(٢٠٧) القمر يدور حول الأرض والأرض تدور حول الشمس على ٤٠٠ مرة بعد القمر عن الأرض لأن  $238700 \times 400 = 95480000$  فتنتقل من خط القمر الاستوائي يدورنا على محوره فيحرك ١٠ أميال كل ساعة وبسرعة القمر حول الأرض ٢٣٠٠ ميل كل ساعة وسرعته حول الشمس ٦٨٠٠ ميل كل ساعة

(٢٠٨) هيئة فلك القمر . إذا دار جرم حول مركز متحرك برسم خطاً منحنيّاً سيأتي كيكيلويد وفلك القمر هو ايكيليود متموج

لتكن الدوائر الصغار (شكل ٧٥) دالة على قطع فلك القمر وأي قطعة من فلك الأرض حول الشمس وفي عند ملتقى الخطوط المتفرعة فيبدأ دور القمر نصف دورانه حول الأرض ثم

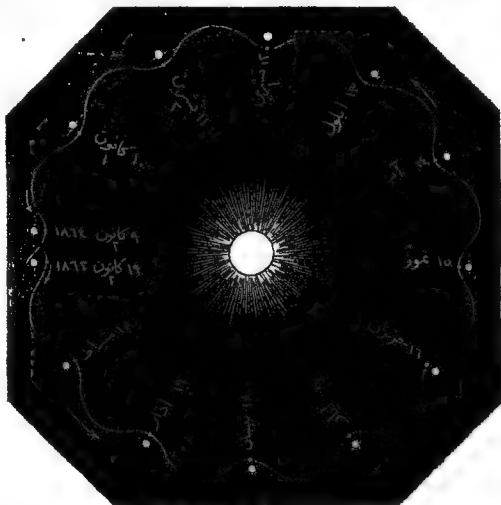


الارض على  $\frac{1}{30}$  من فلكها اي من ا الى ي فلنفرض الارض عند ا والهر في الربع الآخر آخذاً في المرور بالقوس من فلكه التي هي اقرب الى الشمس فتعي انتهت الارض الى ب يكون القمر قد مر على نصف الربع ومتى صارت الارض عند س يكون القمر في الاقتران ومتى كانت الارض عند د



شكل ٧٥

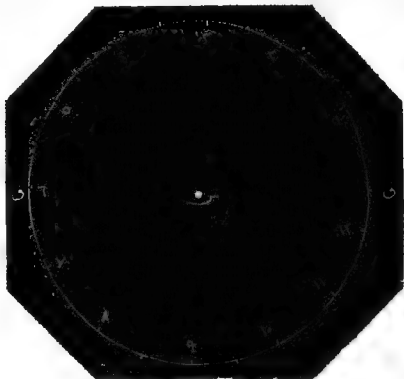
يكون قد مر على نصف الربع ايضاً ومتى كانت الارض عند ي يكون القمر في الربع الأول اي قد مر على نصف فلكه بالنسبة الى الارض واما بالنسبة الى الشمس فيكون قد مر على ثلثي داخل



شكل ٧٦

فلك الارض من ا الى ي وعند ي يقطع فلك الارض ويقدم مع الارض مسافة اخرى ويرسم مضاعفاً خارج فلك الارض وهكذا يرسم في السنة ٢٥ موجاً صغيراً جداً بالنسبة الى فلك الارض حتى

بالكدر يمتاز فلكه عن فلك الأرض لناظر اليه من الشمس وذلك بتضع أيضاً من شكل ٧٦ و ٧٦ ب (٢٠٤) بما ان القمر يدور حول الشمس على معدل بعد الأرض وفي نفس مدة دوران الأرض حولها فلا بد ان يكون خاضعاً للقوات الفاعلة في الأرض فلو تلاشت الأرض لما تغير فلك القمر حول الشمس كثيراً الآن هو التوجع الحاضر وتحويل فلكه الى هليلجية صحيحة



شكل ٧٦ ب

لأجل معرفة نسبة جاذبية الشمس للأرض الى جاذبيتها للقمر فقد تقدم (ع ١٠٤) ان القوة الجاذبة نحو المراكز ج  $\frac{1}{r^2}$  وت = مدة الدوران فاذا جعل  $\frac{1}{r^2}$  ق فلك القمر واحداً يكون  $\frac{1}{r^2}$  ق فلك الأرض نحو ٤٠٠ والمئات ٢٧٢٢٢ يوماً و ٢٦٥٢٢ يوماً . فنسبة جاذبية القمر نحو الشمس : جاذبيتها نحو الأرض ::  $\frac{1}{(37500)^2} : \frac{1}{(37500)^2} = 1 : 220000000$  تقريباً اي الشمس وان كانت ابعد تجذب القمر  $\frac{1}{22}$  أكثر مما تجذب الأرض وان قيل فلماذا لا يترك القمر الأرض اطاعةً لجاذبية الشمس الزائدة فتذهب اليها ولا سيما عند حدوث كسوف تام حينما تجذبها عن الأرض بالاستقامة فيجاب ان الشمس تجذب الأرض أيضاً وجاذبيتها للأرض تارة أكثر من جاذبيتها للقمر وتارة أقل حسب بعد الأرض او القمر عنها فالأرض لكي تمنع انفلات قمرها من ربطها لاتتنم بمقاومة جاذبية الشمس له بل انما بمقاومة زيادة تلك الجاذبية عن جاذبية الشمس لما هي فضلة جاذبية الشمس للقمر وللأرض وهي اقل من جاذبية الأرض للقمر

وبالحقيقة القمر يسير دائر حول الشمس تحت اضطرابات من تقاء فصل سيار آخر هو الارض كما قد انضح من شكل ٧٦ و ٧٦ ب

(٢١٠) متى كان القمر في الاقتران كما في س (شكل ٧٥) تجذبه الارض عن الشمس فيبعد عنها حتى يصير الارض الى د وي ينتهي الى الاستقبال ثم تكون الشمس والارض على جانب واحد منه فيجذبها الى جهة واحدة فيقترب الى الشمس حتى ينتهي الى الاقتران وفي مرور القمر على هذا الخط الموج تارة يسبق الارض في غلظها كما عند ا واخرى يتأخر عنها كما عند ي . والارض عند ا تجذب القمر الى الورا فيتأخر عن الارض كما هو عند ي ثم تغلب الارض هذه الحركة الى الورا وتجذبه الى قدام حتى يسبقها وهم جراً فيكون خط القمر الموج ناتجاً عن اضطراب دورانه حول الشمس بواسطة جاذبية الارض له

ان الارض في كل دورة القمر حولها تدور حول مركز ثقل كليها ومن جراء ذلك تترايا الشمس تارة سابقة طولها الاوسط واخرى متأخرة عنه فمتى كان القمر في الاقتران او الاستقبال لا يتغير موقع الشمس بالنسبة الى الارض لانها على استقامة واحدة ومتى كانت القمر في الربع الاول تغفل الارض نحو موقع القمر في الربع الرابع اي سابقة موقعها الحقيقي فتظهر الشمس سابقة موقعها الحقيقي ومتى كان القمر في الربع الرابع تغفل الارض نحو موقعه في الربع الاول فتتأخر الشمس ايضاً بالظاهر وهذا التغير في موقع الشمس متي تفاوتها الاختلافي ومن كثرة رصدها وهي على الماخرة قد حسب لافريير هذا التفاوت  $6^{\circ} 50'$  وحسبه نيوكومب الاميركاني  $6^{\circ} 52'$  والمعدل  $6^{\circ} 51'$  فان حسبنا معدل اختلاف الشمس الاقني  $8^{\circ} 91'$  يكون مركز ثقل الارض والقمر عن مركز الارض  $\frac{701}{811}$  من نصف قطر الارض الاستوائي اي  $\frac{701}{811}$  من  $3963$  ميلاً اي نحو  $2895$  ميلاً فتكون نسبة جرم القمر الى مجموع جرمي الارض والقمر  $28818 : 2895$  اي

جرم القمر : جرم الارض  $2895 : 28818$

$1 : 10050$

ولاجل تحويل العمل الى عبارة افرض  $\frac{1}{q} =$  نصف قطر الارض الاستوائي وب = بعد القمر و ت = تفاوت الشمس الاختلافية ح = معدل اختلاف الشمس الاقني و  $\mu =$  جرم القمر على اقتران جرم الارض واحداً ثم

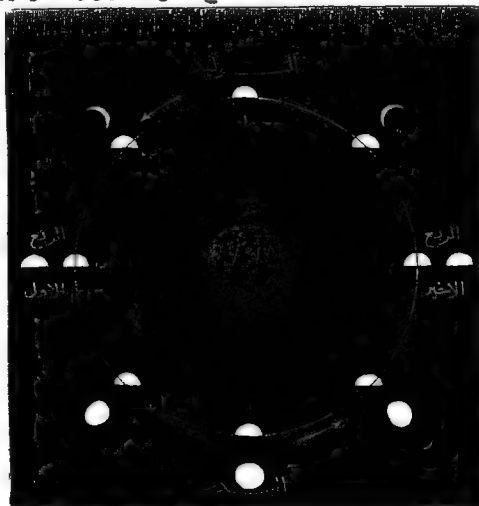
$$\frac{\mu}{1 + \mu} = \frac{ت \times \frac{1}{q}}{ح \times ب} \quad (٥١)$$

وعلى هذه الكيفية قد حسب بعضهم جرم القمر  $\frac{1}{81248}$  وبعضهم  $\frac{1}{81291}$  وبعضهم  $\frac{1}{81}$  فنسب

سعدك  $\frac{1}{8140} = 0.01228$  وقد تقدم ان جرم القمر  $\frac{1}{4933}$  (١٧٤) فنسبة وزن القمر الى وزن الارض  $0.01228 \div 0.000253 = 4933$  فان كانت كثافة الارض واحداً يكون كثافة القمر  $\frac{4933}{8140} = 0.6052$  فان كان ثقل الارض النوعي  $5.5$  يكون ثقل القمر النوعي  $\frac{3.3}{5.5}$  كما تقدم

## أوجه القمر

(٢١١) ان بعد الشمس عن الارض =  $23984$  مرة نصف قطر الارض وبعد القمر عن الارض  $5996$  مرة نصف قطر الارض فحسب شعاع الشمس الى الارض وإلى القمر متوازية ومتى



شكل ٧٢

كان في الاقتران يكون وجهه المظلم نحو الارض فلا يرى وقيل حيث ان في الحاقب ثم متى هما من قليلاً يرى هلالاً وكل يوم يزيد تباً بينة عن الشمس قليلاً فيكبر الجزء المنور من وجهه المنجبه نحو الارض الى ان يرى نصفه فيقال انه في التربيع الاول وحيث يكون قد دار  $90^\circ$  من دورانه اي تكون الزاوية المحاذية بين خط من مركز الارض الى مركز القمر واخر الى مركز الشمس  $90^\circ$  ثم يتقدم نصف دورانه

أي ١٨٠ من الشمس فيبان لنا كل وجهه منوراً وهو محتلي في الاستقبال ثم ينقص أيضاً إلى أن يكون منه وبين الشمس ٩٠ فيكون في التربع الثالث ويبان نصف وجهه منوراً وهكذا إلى أن يصل إلى جهة الشمس فيكون في الاقتران ووجهه المظلم إلى جهة الأرض فيبقى عنا قليلاً أي يعود إلى الهاق

(٢١٢) ينقص ما سبق من شكل ٧٧

ليكن عرض الأرض و أب س الخ القمر فمضى كان القمر عند أ يكون في الاقتران ووجهه المنور إلى جهة الشمس ووجهه المظلم إلى نحو الأرض فلا يرى أي هو في الهاق ثم متى وصل إلى ب يرى جزء من الوجه المنور على هيئة هلال وعد وصوله إلى س يرى نصف الوجه المنور فيكون في التربع الأول وهكذا إلى أن يصل إلى ك فيكون في الاستقبال ووجهه المنور كله إلى جهة الأرض فيرى بداراً ثم ينقص على هذا الأسلوب حتى يصل إلى م فيكون في التربع الرابع ثم يعود إلى الاقتران كما كان أولاً



شكل ٧٨

الاقتران وذلك يختلف حسب عرض المكان وإن كان القمر عند ق كانت الدائرة العظيمة المارة بـ



شكل ٧٩

(٢١٢) أما وضع قرني الهلال فتوقف على نسبة ميل القمر إلى ميل الشمس فالخط الموصل بين قرني عمودي على الدائرة العظيمة المارة بمركز الشمس ومركز القمر فعلى افتراض القمر في دائرة البروج عند ق (شكل ٧٨) فالخط الموصل بين القرنيين يحدث مع الافق زاوية أكبر أو أصغر حسب ميل دائرة البروج على الافق وذلك يختلف حسب عرض المكان وإن كان القمر عند ق كانت الدائرة العظيمة المارة بـ

وبالشمس تحدث مع الافق زاوية أكبر من الأولى ومعنى كان الهلال في القسم من فلكه الأقرب ميلاً على الافق كما يحدث بقرب الاعتدال الخريفي والقمر عند ق أوق (شكل ٧٩) فالخط الموصل بين القرنيين يقرب إلى العمودي على الافق وهكذا يقال أيضاً في وضع قرني القمر في النقص قبل الشروق

(٢١٢) منازل القمر عند علماء الهيئة العرب ٢٨ منزلة (١) السرطان (٢) الجوز وما في الحمل ثم (٣) الثريا (٤) الدبران وما في القوس ثم (٥) المنقة في رأس الجبار ثم (٦) المنقة في رجل الثور أمين و (٧) الدراع في ذراعها وهذه السبع سميت منازل الربيع ثم (٨) النثرة في الملعف في السرطان ثم

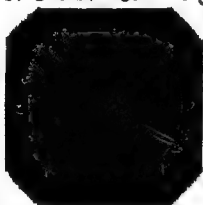
(١٠) الطرف ثم (١١) الجبهة ثم (١٢) الزهرة ويقال له الخمرتان أيضاً ثم (١٣) الصرفة وهذه الاربعة في الاسد ثم (١٤) العواء ثم (١٥) السماك الاعزل وهذه السبع منازل الصيف ثم (١٦) الغرسي ثم رجل السبلية ثم (١٧) زيانا المغرب ثم (١٨) الاكليل في رأس المغرب ثم (١٩) القلب اي قلب المغرب ثم (٢٠) الشولة اي شولة المغرب ثم (٢١) النعام ثم (٢٢) البقلة وفي رقعة من السماء لا كوكب بها يسمي النعام وسعد ذابح وهذه السبعة منازل الخريف ثم (٢٣) سعد ذابح و (٢٤) سعد بلع وهما في الجدي ثم (٢٥) سعد السمود و (٢٦) سعد الاخوية ثم (٢٧) الفرغ المقدم ثم (٢٨) الفرغ المؤخر وهذه الاربعة في الدلو ثم (٢٩) بطن الحوت وهذه السبع منازل الشتاء

(٣١٤) نرى ارتفاع القمر وهو على خط نصف النهار احاطاً كثيراً واحاطاً قليلاً ولو كان على عرض واحد. فاقواتاً يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً واقواتاً بعكس ذلك وسبب ذلك يتضح اذا فرضنا دائرة البروج نفس تلك القمر فقلت ميل احدها على الآخر فالهلال والشمس في جهة واحدة من السماء ابداً والشمس والبدر في جهات متقابلة ابداً متى كان ارتفاع الشمس كثيراً اي في الصيف يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً ومتى كان ارتفاع الشمس قليلاً اي في الشتاء يكون ارتفاع الهلال قليلاً وارتفاع البدر كثيراً ومن فوائد ذلك انارة الجهات الشمالية بالقمر في الشتاء والشمس مخفية عنها فيعرض عنها نوعاً بالقمر الذي يبقى ظاهراً من التربع الاول الى الثالث اما في الصيف حين تكون الشمس فوق الافق ابداً فيظهر القمر من التربع الثالث الى الاول وبالعكس عند القطب الجنوبي

(٣١٥) بقرب الاعتدال الخريفي متى كان القمر بقرب الاستقبال نراه يشرق بشرق غماب الشمس عدة لئال متوالية اي بين وقت طلوعه في تلك الليالي فرق اقل ما يكون في سائر الاوقات وايضاً كذلك لفرض تلك القمر مطابق دائرة البروج كما تقدم فلو تحرك القمر على خط الاستواء لكانت كل اقسام فلكه مثل خط الاستواء تقطع الافق على زاوية واحدة ولما كان فلكه يماثل دائرة البروج او يختلف عنها قليلاً وفي مائلة على خط الاستواء فاجزاؤها تقطع الافق على زوايا مختلفة كما يرى من النظرات الكرية ثم متى كان الاعتدال الربيعي عند الافق شرقاً يكون بين فلك القمر والافق اصغر الزوايا المحاذية بينها وعند الاعتدال الخريفي الشمس في الميزان والقمر عند الاستقبال في الحمل ويشرق عند غماب الشمس وكذا في الليلة التالية ولو تقدم ١٣ في فلكه فقلت ميل فلكه على الافق يختلف قليلاً في وقت الطلوع بين ليلة واخرى وهكذا مدة ٧ او ٨ ايام وهذه الرؤية سميت في المثال قمر الحصاد وهو يتضح ايضاً من شكل ٨٠

ارسم دائرة الحركة اليومية ف س ف ر (شكل ٨٠) فيقتضي للقمر في الليلة التالية ان يمر

على س رن قبل ان يشرق وذلك في  $٥٦^{\circ} ٢'$  وس ن على اقلو متى كانت س زن على اقلها اذا  
فرض زن نقي كانت الشمس في الميزان اي عند الاعتدال الاخر فيكون القمر في الحمل عند  
الاستقبال فيلاحظ امر شروق أكثر ما يلاحظ في وقت آخر مع ان هذه الرؤية تظهر مرة كل شهر



شكل ٨٠

متى انتهى القمر الى برج الحمل . ثم لتكن ق زق فلك القمر ميله  
على دائرة البروج نحو  $٩^{\circ}$  فيمر على رن فقط في الليلة التالية  
بعد وجوده في ز فيكون الاختلاف في شروق بين ليلة واخرى  
على اقل ما يمكن

وبالعكس متى كان القمر في الميزان يكون على معظم الفرق  
بين اوقات شروق بين ليلة وليلة . وكل ما زاد العرض صغرت  
الزاوية وزن فتصغر الفوس رن فاذا صغرت حتى يمر على  
رن في  $٥٦^{\circ} ٢'$  اي فضلة اليوم الفجر والشمس على ليلتين في نفس الساعة

ليكن خ ا خط الاستواء وم قطبه وح والافق ود ب دائرة البروج ز نقطة الحمل  
الاولى ثم في كل عرض شالي متى كان الحمل في الشروق تكون دائرة البروج على اقل ميلها على  
الافق وبما ان فلك القمر مائل قليلاً على دائرة البروج فلنحسبها أولاً واحدة ولكن ز نقطة شروق  
القمر في ليلة ما بعد  $٥٦^{\circ} ٢٣'$  تكون الارض قد دارت على محورها فتدريج نقطة ر الى الافق  
وفي تلك المدة قد تحرك القمر الى س



شكل ٨١

(٢١٦) متى كان القمر في سمت  
الراس يكون اقرب اليها ما هو في الافق  
بمقدار  $\frac{1}{4}$  من بعده كما يتضح من شكل ٨١  
فالبعد س د = ب د وب د = ب د  
وهو أطول من س د بمقدار ب س =  
نصف قطر الارض =  $\frac{1}{4}$  من بعد القمر

فقطر القمر اذا فوس عند وصوله الى سمت الراس اكبر ما هو في الافق بمقدار  $٣٠'' = \frac{1}{4}$  من قطره  
تقريباً وبسبب ظهور البدر في الافق اكبر ما هو متى ارتفع عنه قد تقدم القول به

قطر القمر الظاهر وهو في الأوج  $٢٣' ٢٠'' = ٢٠١.٠١''$

" " " " الخسوف  $٢٩' ٢٠'' = ١٧٦.٠٩''$

" " " " على معدل بين  $٢١' ٥٠'' = ١٨٦.٥٠''$

(٢١٧) لسكان القمران كان فيو سكان يوم واحد كل شهر قانوي اي  $\frac{1}{2}$  ٢٩ يوماً فيكون بهارم ١٥ يوماً تقريباً ولهم كذلك فيحصل من ذلك تغير عظيم من شدة الحر الى شدة البرد خاصة في الاجزاء الاستوائية منه والسكان على الجانب الذي لا ينجيه نحو الارض لا يرى الارض البنية وآخر على الجانب الذي نحو الارض يراها تتغير من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال كما نرى نحن القمر في مدة ١٥ يوماً فحق كان القمر في الاعتماد يرى الارض بدرًا ونرى كان في الاستقبال نصير في الحاق وبعد ذلك قليلًا يراها هلالًا وتربا لة كأنها ناجة في نقطة واحدة من السماء لان القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض فالتغير وتشرق بل تبقى ظاهرة في مكان واحد مدة الليل القمري كلو

(٢١٨) ان سطح القمر سطح غير مستوي فيو سهول واسعة وجبال شائعة كما يفتح من النظر اليه بنظارة بين الهلال والبدر او بعد فترى المخط الفاصل بين الجزء المنور والجزء المظلم غير مستقيم بسبب مرور على مرتفعات ومنخفضات وفي القسم المظلم نقط منورة في رؤوس جبال يقع عليها نور الشمس قبل وقوعه على الاقسام السفلى (انظر الصورة الثالثة والرابعة)

ان كثيرين من علماء الهيئة من عصر جليليو فنار لا رصدوا سطح القمر بواسطة نظارات مختلفة القوة ورموا بصورة ما شاهدوه على قرطاس منهم هيبليوس. اشهر خارطة القمر سنة ١٦٤٧ والآب رمشولي من بولونيا طبع خارطة القمر سنة ١٦٥١ وفي دون خارطة هيبليوس ونحو سنة ١٦٧٨ طبع دوميكوس كاسيني خارطة القمر قطرها ١٢ قدماً فرانسوا وباً غراند عن فيها اقساماً قليلة العدد بالنسبة الى قطرها. ثم صنع طوبيا ماير خارطة للقمر جيدة جداً وجدت بين تركتو وطبعيت ١٧٢٥ اي ١٢ سنة بعد وفاته وبقيت تلك الخارطة وحدها للاعتاد عليها في تخطيط القمر حتى شرع يير وميدلر بعمل خارطتها سنة ١٨٣٠ واشهرها مع كتابها في القمر سنة ١٨٣٧ وعيناً فيو ٢١٩ مجاً وعلو ١٠٩٥ بجلاً والخارطة في هذا الكتاب مختصرة عن خارطتها (انظر صورة ٣) والعلامة شددت مدبر مرصد اثينا قد صنع خارطات لبعض اقسام القمر على قطرها اقسام فرانسوا وباً بناء ان يجعها خارطة واحدة عند تمامها والدكتور ديرير من نيو يورك اخذ فوتوكراف القمر سنة ١٨٤٠ وبين ١٨٥٠ و ١٨٥٧ تصورا القمر بالفوتوكراف عدة مرات عن يد البادري سكي في رومية وارنولد في فرنسا ودلايو وغنسن وغيرها في انكلترا وافضل فوتوكرافات القمر في شغل المعلم روتر فوردي من نيو يورك من ١٨٦٥ فصاعداً

عند النظر الى القمر بنظارة ترى ستة اشياء يحق لها الاعتبار (١) السهول الزرق المسماة سابقاً ابجاً (٢) سلاسل جبال وتلول وشعب (٣) كوكوس جبال براكين منطقتة (٤) الوديان (٥) الشقوق



## أو الفِزَر (٦) الزحلات

(١) السهول الزرق المسماة سابقاً بجوراً لزعمهم أنهم مجتمعات مياه ومع أن هذا الزعم قد بطل لم تزل هذه التسمية وفي مزرقة اللون مرتفعة عن استواء سطح القمر مثل الصحاري والمنازل على سطح الأرض وفي الغالب تحملها جبال عالية ومنه أسماؤها بالاعشار الدالة عليها في المخارطة

A . بحر الأنواء	M . الخليج الأوسط
B . " هبولت	N . خليج البحر
C . " الزهرير	O . بحر النجوم
D . بحيرة الموت	P . خليج قوس قزح
E . " النوم	Q . أوتيانس العواصف
F . اجمة النوم	R . خليج الندى
G . بحر المندو	S . بحر النجوم
H . " الرهو	T . " الرطوبات
I . اجمة النجوم	V . " الرحيق
K . " العانة	X . " الخصب
L . بحر الابخر	Z . " الجنوب

(٢) سلاسل جبال ومضاب . هي مختلفة الشكل منها طويلة ممتدة الى طول عظيم ومنها منقطعة بقطعها وديان وشعب ومنها مضاب متجمعة وفي بعض المحال جبال منفردة طالعة من السهول وكل جبال القمر او على جانب واحد ما هي على الآخر مثل سلاسل الجبال على الأرض وذلك دليل على انها قد ارتفعت عن استواء بقية داخلية ناهضة الصفائح وتصل القشرة المبردة عند جودها

(٣) كؤوس البراكين . هي كثيرة جداً أكثر جبال القمر من هذا النوع وهي اما مرتفعة عن استواء سطح القمر واما منخفضة تحت استواء سطحه وفي وسط بعض الكؤوس تلول مخروطية الشكل مثل هيئة البراكين الأرضية غير أن الكؤوس أكبر جداً من كؤوس البراكين الأرضية وبعضها مثل سهول تحيطها جبال شامخة على شكل حلقة تترى رؤوسها المنورة في القسم المظلم وكثيراً ما تشاهد الحلقة منورة بكاملها ووسطها ظلام حالك وتارة تترى في ذلك الظلام الاوسط نقطة صغيرة نيرة في رأس المخروط المشار اليه صاعد من اسفل الكأس يصيبه نور الشمس وتلك الجبال يرى ظلها عمداً عنها نحو القسم المظلم والظل اطول او اقصر بالنسبة الى علو الجبل وارتفاع الشمس فوق افقها كما نرى على الأرض والهيئة المحاذرة تدل على انها تكونت من هيجان براكين وسكونها مراراً عديدة على

القماص مع انه الآن لا اشارة الى بركان هاتج في القمر  
(٤) الودية في مثل الودية الارضية منها كثيرة طويلة ومنها صغيرة قصيرة واقعة بين

### الجبال والشواخ

(٥) اما الشقوق او الفزير فقد شوهد اكثر من ٥٠٠ منها وهي تنقطع السهول والجبال وبعضها يخفي على جانب سلسلة ثم يظهر على الجانب الآخر كأنه مرتفعها على شكل دلهيز ونسبها بعضهم الى قنص القشرة الحامية السطحية عندما بردت

(٦) اما الزحلات فهي مثل شقوق مسدودة كأنه انشق سهل او جبل في وسطه ومبط قسم بدون ان يعد عن شقوقه فتكونت عقب وشواخ كما يرى في الجبال الارضية وما يلقى له الاعتبار المخطوط البيض التي ترى في البدر خارجة مثل شعاع من عدة مراكز مثل الجبل المسمى نيجو برامي وكويريكوس وكبروتر على سهول وجبال ووديان وشقوق على حذو سوي وقد ظلوا عنها باراء كثيرة والاقرب انها شقوق في القشرة امتلأت مادة مصبورة من اسفل ثم بردت

بما ان النظارة الفلكية قلب المربعات فخرطة القمر مصورة متعكبة عن هيئة المخارط الارضية اي شاملا اسفلها وجوبها اعلاما وبها شرقها ويسارها غربها فانقسمت الى اربعة ارباع (١) ربع الشمال الغربي بين الغرب والشمال اي بين يسار المخارطة واسفلها (٢) ربع الشمال الشرقي بين اسفل المخارطة وبها (٣) ربع الجنوب الشرقي اي بين اعلى المخارطة وبها (٤) ربع الجنوب الغربي بين اعلى المخارطة ويسارها ولندكر هنا اشهر المواضع المعينة على المخارطة على ترتيب هذه الارباع والاعداد في المتن توافق الاعداد على المخارطة

### الربع الاول الشمال الغربي

بحر الانواء A هو اول البقع الشرق التي تشرق عليها الشمس بعد الاقتران بمرس جبتا خمسة ايام بعد التوليد او ٢ ايام بعد البدر عندما يمر بؤ الحذ بين القسم المنور والقسم المظلم فتري ظلي بعض جباله على جانب الشمال الشرقي طوله بعضها نحو ١٧٠٠ قدم وهذه البقعة طولها شرقا وغربا ٢٤٥ ميلا ومن الشمال الى الجنوب نحو ٢٨٠ ميلا. سطحها منخفض تحت مساواة سطح بحر الخصب وبحر الهدوء في السهل عدة براكين صفارا كبرها (٤) بيكارد. والى الشمال من هذا السهل

(١٢) كليوميدس سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلا

(٢٢) غوص سهل محاط بجبال طوله ١١٠ اميال في وسطه جبل عالي

(٢٧) اندميون سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلا وطو بعض الجبال المحيطة به ١٥٠٠٠

قدم. يرى جبتا ٢ ايام و ٧ ساعات بعد الاقتران او يومين و ٩ ساعات بعد الاستقبال

(٢٨) اطلس عرضة ٥٥ ميلاً طول بعض رؤوس ١١٠٠٠ قدم  
(٢٩) هركولس او هرقلس عرضة ٤٦ ميلاً هذا الزوج يرى خمسة اوسنة ايام بعد الاقتران  
او  $\frac{1}{4}$  ايام بعد الاستقبال  
بحر ميبولدت (B) مساحة نحو نصف مساحة بحر الانواء وطول بعض الرؤوس على المحيط  
١٦٠٠٠ قدم

(٥١) جبل طوروس سلسلة عالية فيها  
(٥٢) رومركاس بركان عرضة ٣٦ ميلاً وعمقه ١١٦٠٠ قدم  
(٥٤) يوسيدونوس سهل محاط بجبال عرضة ٦٢ ميلاً  
(٥٨) جبل ارجيوس سلسلة قصيرة لما ظل مخروطي عند الشروق لاسيا عند شامق في  
وجهه الشمالي الشرقي، يرى ٤ ايام ٢١ ساعة بعد الاقتران  
(٥٩) مكروبيوس عرضة ٥٢ ميلاً تخفض نحو ١٢٠٠٠ قدم  
(٦٠) يروكلوس ذو حلقه انور نقط القمراً (١٤٨) تنفرع منه خطوط لامعة رؤيتها عسرة  
(٦١) افليبيوس حفنة قطرها ٢٢ ميلاً فيها مضاب كثيرة  
(٧٠) ميلايوس كاس عمقه ٦٦٠٠ قدم حلقته نيرة جداً في البدر  
(٧٤) لئي اولناوس كاس صغير عميق يقتضي رصد ارجم البعض انهم شاهدوا فيه دلائل  
لقبر من وقت الى وقت

(٧٥) جبل قاف سلسلة ذات رؤوس طول بعضها ١٨٠٠٠ او ١٩٠٠٠ قدم ظللها حسنة  
المنظر وكثير في مجاورها نادرة

(٧٧) اندوكسوس و (٧٨) ارستطاليس زوج حمن لا يران في البدر  
(٨٠) جبال اليا سلسلة طويلة طول بعض رؤوسها ١٤٠٠٠ قدم يخربها واد مخروطي الشكل  
طوله ٨٢ ميلاً عرضة بين  $\frac{1}{4}$  و  $\frac{1}{2}$  اميال طول جوانبها ١١٠٠٠ قدم وقرب هذا الوادي مساحة  
كثيرة المضاب والشلل حد منها يرمي ويدلر ما بين ٧٠٠ و ٨٠٠  
(٨٢) ارستلس كاس عرضة ٢٤ ميلاً وعمقه ١١٠٠٠ قدم في وسطه جبل  
(٨٤) افثوليكس مثل (٨٢) او اصغر منه قليلاً  
(٨٥) جبال ابين سلسلة طولها نحو ٤٦ ميلاً جانبها الجنوبي الغربي يرتفع تدريجاً وجانبها  
الشمالي الشرقي يهبط بفتة فبرعي ظلاً طوله ٨٣ ميلاً وعلى رؤوسها (٩٠)  
(٩٠) هوجنس ارتفاعه ١٦٠٠٠ قدم وفيه عدة رؤوس منها (٨٧) هادلي ارتفاعه

١٥٠٠٠ قدم و (٨٩) برادلي ١٣٠٠٠ قدم و (٩٣) ولف ١١٠٠٠ قدم يرى نحو الربع الأول  
(٩٣) ميجيوس فيو شق غمبق شي شق ميجيوس واقع في بحر الابحرة (L) طوله نحو ١٠٦  
اميال . حكمي بعضهم باختلاف اللان في ذلك القسم من وقت الى وقت والى غرب شق ارهاديوس  
طوله نحو ١٧٥ ميلاً

- (٩٥) ملاموس كاس قطر ٢٥ ميلاً عمقه ٧٧٠٠ حلقته ذات رؤوس كثيرة نيرة  
(٩٦) يوليوس قصير (٩٨) بسكوفتش عبقان مظلمان  
(٩٩) ديونيسيوس (١٠١) سيلبر شلاغ حلقتان نيرتان  
(١٠٤) ريتيكوس كاس غير منتظم واقع على خط القمر الاستوائي تماماً وهو على الطرف  
الجنوبي الغربي من الخليج الاوسط (M) فقد تكون الشمس والقمر في سمت الراس له

### الربع الثاني ربع الشمال الشرقي

- (١٠٦) شريوتر كاس حلقته غير تامة وهو في قسم سهوله نيرة ولوديته مزرقه  
(١١٠) اراتوسنس عرضه ٣٧ ميلاً  
(١١١) ستاديوس عرضه ٤٢ ميلاً فصل بينها سلسلة ارتفاعها ٤٥٠٠ قدم  
(١١٢) كويريكوس كاس من اكبر كؤوس القمر عرضه ٥٦ ميلاً في وسطه جبل طو  
٢٤٠٠ قدم وعلى حلقته رؤوس طوب بعضها ١٣٥٠ قدم وبين (١١٠) و (١١٢) ٦١ كاساً صغيراً  
واضحة وبعضهم قد عد فيو ٣٠٠ كاس . ينبغي ان يفتش عليها والشمس مشرقه على الجانب الشرقي  
من (١١٢)

- (١١٧) طوبيا ماير كاس عمقه ٩٧٠٠ قدم  
(١١٨) ميجيوس نيرة في البدر  
(١٢٠) ارخميدس سهل محاط بجبال قطر ٦٠ ميلاً ارضه منخفضة ٦٥٠ قدماً  
(١٢٣) افلاطون سهل ازرق محاط بجبال عرضه نحو ٦٠ ميلاً على الجانب الشمالي من  
بحر الفيوث (O) حكمي بعضهم بتغير لون ارضه من وقت الى وقت  
خليج فوس قزح P هو نصف دائرة سهل محاط برؤوس شاذة مادة الى السهل بينها نحو  
١٤٠ ميلاً ومن اعلى رؤوسه

- (١٢٩) شارب ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم  
(١٤٤) كبلر قطر نحو ٢٢ ميلاً منخفض نحو ١٠٠٠ قدم تنفج منه خطوط مثل

كويريكوس

- (١٤٨) ارسترغوس انور كووس القمر قطر حلقة ٢٨ ميلاً وارتفاعه على الجانب الغربي ٢٥٠٠ قدم . جهة الشرق فخذ الى ان يصير بقعة موصلة بينه وبين
- (١٤٩) هرودوتوس كاس اصغر ولوعرمة
- (١٥٠) ٤٥ ميلاً الى غربي شمال الغرب عن هرودوتوس عدة جبال صغار يصحبها النور نحو ١٢ يام بعد الربع الاول فتبشر بقرب النور الى الجبلين المذكورين فسميت جبال البشارة
- (١٥٤) هيلوس سهل محاط بجبال قطره نحو ٢٠ ميلاً
- (١٦٨) انكساغوروس عرضة ٢١ ميلاً وهو مركز خطوط
- (١٧٦) فيناغوروس سهل عميق منخفض على جانب الجنوب الشرقي منه نحو ١٢٠٠ قدم

### الربع الثالث ربع الجنوب الشرقي

- (١٨٠) فينوبراي اوضح كووس القمر يرى في البدر بالنظر المجرد قطره ٥٤ ميلاً وعمقه نحو ١٦٦٠ قدم والخطوط في وسطه ارتفاعه ٥٠٠٠ قدم يرى بقرب الحد يوماً او يومين بعد
- الربع الاول وفي جواره كووس وهضاب كثيرة صغار وهو مركز خطوط كثيرة تنزع منه مثل شعاع
- (١٨٧) مسبودوس في شرقه شق في بحر اليوم (٨)
- (١٨٩) شيفوس كاس في سهل مرتفع منخفض ٢٠٠٠ قدم عما حوله . يظن انه قد تغير بفعل بركاني منذ سنة ١٧٩٢
- (١٩٢) لوبجومتانوس حلقة قطرها ٢٠ ميلاً وعمقه وعلى حافته الغربي راس ارتفاعه ١٥٠٠ قدم تقريباً
- (١٩٣) كلافيوس من اكبر كووس القمر عرضة ١٤٢ ميلاً محيطه رؤوس يبلغ طوله بعضها ١٧٠٠٠ قدم وعلى هذه الحلقة نحو ٢٠ كاساً واسفلها منخفض ٢٢٠٠٠ قدم اذا قيس من الراس المذكور
- (١٩٥) ماجنوس منخفض ١٤٠٠ قدم يرى بعد الربع الاول قليلاً ولا يرى في البدر مطلقاً
- (١٩٨) قصير الدين يرى بقرب الربع الاول ومنه الى الشمال سلسلة كووس هاجرة القمر الاولى وفي
- (٢٠٠) ولينوس ذوروس عالية على محيطه
- (٢٠٢) يورباخ حلقة نحو ٢٥٠٠ قدم
- (٢٠٤) ثابت عرضة ٢٢ ميلاً الى الشرق منه ما يشبه حائط مبني مني المحيط الجبال

على طرفه الثاني كاس صغير وطرقة الجنوي فروع مثل قرني غزال . يرى يوماً أو يومين بعد  
الربع الأول

(٢٠٤) ارياخل عرضة ٦٥ ميلاً وطوراس منه ١٢٦٠٠ قدم

(٢٠٥) الهراجيوس عمدة على الجانب الغربي ١٢٠٠٠ قدم فلايخلو من ظل غير خمسة

اوسنة ايام كل شهر

(٢٠٧) القنوس عرضة ٨٢ ميلاً وفي وسطو راس ارتفاعه ٢٩٠٠ قدم

(٢٠٨) بطليموس عرضة ١١٥ ميلاً ارتفاع بعض محيطه ١٢٨٠٠ قدم وفي وسطو نحو

٤٦ كاساً

(٢١٢) بلاليس عرضة ٢٨ ميلاً عمدة ٩٠٠٠ قدم وهو في وسط عدة كؤوس اصفر منه

(٢٢١) اقليدس واحد من الكؤوس التسعة المحاطة بمادة متونة اربعة منها بقرب

(٢٢٢) لاندسبرج قطر حلقته ٢٨ ميلاً وارتفاع بعض رؤوسه ٩٧٠٠ قدم

(٢٢٣) كاسندي سهل محاط بجبال عرضة ٥٥ ميلاً وبعض رؤوسه مرتفع ٩٦٠٠ قدم

فوق استواء بحر الرطوبات T

(٢٣٩) شيكارد سهل كبير محيطه نحو ٤٦٠ ميلاً يرى ٥ او ٦ ايام بعد الربع الأول

(٢٤٦) جبال دورفل ترى بقرب حافة القمر ارتفاعها بين ٢٥٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قدم

(٢٥٦) نيوتون كاس غور متظم طوله نحو ١٤٢ ميلاً و عرضة ٧٠ ميلاً وهو اعنى الكؤوس

وارتفاع اعلى رؤوسه فوق اسفل الكاس ٢٣٩٠٠ قدم

(٢٥٩) جبال لينتز على حافة القمر الجنوي

(٢٧٢) كرمالدي الجنوي من سلسلة كؤوس بقرب الهاجر الاولى طوله ١٤٧ ميلاً و عرضة

١٢٩ ميلاً اعظم كؤوس القمر من داخل

(٢٧٤) جبال كدرارس

(٢٧٥) جبال دي لامبرت سلسلتان معدل ارتفاعها ٢٠٠٠٠ قدم

### الربع الرابع ربع الجنوب الغربي

(٢٨٨) هبارخوس عرضة ٩٢ ميلاً

(٢٨٩) الثاني سهل محاط بجبال عرضة ٦٤ ميلاً والجبال المحيطة عرضها بين ١٤ و ١٨

ميلاً هيئتها كائما قد تخطت بفرقات بركانية وفي الشمال الشرقي منه راس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم

يرى نحو ١٠ ساعات قبل الربع الأول

- (٢٦٥) ودر ارتفاع حلتو ١٢٠٠٠ قدم وفي شرقه راس ارتفاعه ١٦٥٠٠ قدم  
(٢٠٥) ابو القناد نسبة الى القناد المحوي  
(٢٠٦) والمانون متصلان بسلسلة كووس صغار  
(٢١٠) ابن عررا منخفض ١٤٥٠٠ قدم  
(٢١٥) جبال الخاي سلسلة طويلة ارتفاعها نحو ١٢٠٠٠ قدم  
(٢١٩) ثاوليس قطع ٦٤ ميلا وهو اعنى الكووس بين اعلى حلتو واستواء ارضه ما بين  
١٤٠٠٠ و ١٨٠٠٠ قدم وارتفاع المخروط في وسطه ٥٢٠٠ قدم  
(٢٢٠) كوريس يشبه ثاوليس  
(٢٢١) كاترينا اكبر الثلاثة عمدة ١٦٠٠٠ قدم ترى هذه السلسلة نحو ايام بعد الاقتران  
(٢٢٧) مشهور كاسان صغيران يمتد منها شرقا خطاف غربا الهبة مثل ذنب نجم

ذي ذنب

- (٢٣١) جبال برقات ارتفاعها ١٢٠٠٠ قدم  
(٢٣٧) بوردا راس من رؤوس يرتفع دفعة واحدة ١١٠٠٠ قدم  
(٢٣٨) لانكرينوس ارتفاع حلتو ٩٦٠٠ قدم والمجنوب الشرقي يبلغ ١٥٠٠٠ قدم وارتفاع  
جبله الاوسط ٥٨٠٠ قدم  
(٢٣٩) فندلنوس اصغر من (٢٣٨) قليلا  
(٢٤٠) يتاقموس ارتفاع محيطه على الجانب الشرقي ١١٠٠٠ قدم  
(٢٤٥) فوزنرئوس الى الجنوب من (٢٤٠)  
(٢٤٧) كاستند الى الشمال الغربي منه اذا وافق القابل يرى سهل وسيع بفرب حافة

القمر وهو

- (٢٤٤) بحر سميت نسبة الى الاميرال سميت واحد من فحول علماء الهيئة  
(٢٥٣) جبال ولهم هبولدت على حافة القمر ارتفاعها ١٦٠٠٠ قدم  
(٢٥٨) ماوريلكوس سهل محاط بجبال ارتفاع بعضها ١٨٠٠٠ قدم يرى بفرب الربع

الأول

- (٢٧١) بيكولوميني قطر حلتو ٥٧ ميلا  
(٢٧٥) ريخناج الى الشرق منه (٢٧٣) هاندر

(٢٧٦) ومما بينها وإذ عظيم

(٢٧٧) فراينهم فر على جانب الغربي وإذ عرضة ٧ أميال وطولها نحو ٢١٢ ميلاً

(٢٨٥) ستهيل من اعني المحطات المزدوجة عمق ١٢٠٠٠ قدم

ولا يسعنا المقام ذكر كل ما قد تبين من جبال وكؤوس وسلاسل ووديان في قمرنا

(٢٩٠) حرارة القمر. القمر يرسل من حراريته نحو الأرض على طريقتين (١) بالانعكاس أي

تنعكس عنه شعاع الشمس (٢) بالاشعاع أي يعي القمر تحت حرارة الشمس ثم تُنفع منه حرارة كما من

جرم آخر والقمر يزد من هذين النوعين سهل لأن الحرارة المنعكسة كقيمتها كهيئة الحرارة الشمسية فتنفذ

في نفس المواد التي تنفذ فيها حرارة الشمس أي الزجاج والهواء الرطب الخ المانعة نفوذ حرارة دون

حرارة الشمس درجة وبعد امتحانات شتى بواسطة ترمومتر ملوئي تحققت أن الحرارة الواصلة إلى

الأرض من القمر شئ عظيم جداً لا يستحق الذكر وقد حسبها بعضهم تعدل حرارة شمعة على بعد

٧ أقدام وفي حرارة منعكسة

أما الحرارة التي تنالها القمر من الشمس في مدة ١٥ يوماً فتبلغ نحو ٥٠٠ فارهايت وما لا يصحها

القمر بل يعكسها نحو الأرض نصف الكرة الهوائية حتى لا ينتهي منها إلى الأرض إلا ما تقدم ذكره

خط القمر الاستوائي مائل على دائرة البروج  $\frac{1}{4}$  كما تقدم فلا يكون في القمر فصول ومن

بطوره حركته على محور بطول النهار والليل فيشتد الحر والبرد جداً

(٢٩١) رؤية الأرض من القمر. رؤية جرم في بالنسبة إلى قطره رؤية الأرض من القمر

$2\frac{1}{2}$  مرات رؤية القمر من الأرض والمساحة ١٢ مرة مساحة القمر منظوراً إليه من الأرض ومن

شكل ٧٧ يتضح أيضاً أن الأرض عند القمر يتقل من هلال إلى بدر ومن بدر إلى هلال فتي كان

القمر في الاقتران يكون نصف الأرض المنور بالشمس متجهاً نحو القمر فيرى بدرًا ومنى كان القمر في

الاستقبال تكون الأرض في الحاق

أحياناً يرى القسم المظلم من القمر وهو هلال رؤية غير واضحة وذلك من انعكاس النور عن

الأرض اليه وهنا أيضاً مع الانكسار سبب رؤية القمر في الخسوف رؤية غير واضحة

الأرض منظوراً إليها من القمر ليست لها حركة يومية من طلوع وغياض مثل سائر الأجرام

الساوية بل تبقى في محل واحد من السماء وذلك لأن حركة القمر حول الأرض ودورانه على محوره

لها مدة واحدة فالناظر من وسط قرص القمر يرى الأرض في سمت الرأس أبناً والناظر على حافة

قرص القمر يرى الأرض في أفق أبناً غير أن الناظر في غير موضعها قليلاً

يرى كل سطح الأرض من القمر مرة كل ٢٥ ساعة في النصف المتجه نحو الأرض أما النصف



الآخر فلا ترس منه الأرض مطلقاً وكرة الهواء العالية والابجفة والغيوم تمنع رؤية الانبعاث على سطح الأرض من القمر بوضوح وإن كانت كثيرة أو نجحها تماماً  
(٢١٩) أما قياس ارتفاع جبال القمر فنستعمل من شكل ٨٢



شكل ٨٢

لنرى نور الشمس ماساً لسطح القمر عند و ولينع على رأس جبل في الجزء المظلم ف م فالناظر على الأرض عند ي يرى م نقطة متورة في الجزء المظلم بعيدة قليلاً عن المحد المتورثم بواسطة مكرومتر يقيس الزاوية وي م التي يقابلها الضلع وم أما الزاوية ص م ي فهي الزاوية الواقعة بين خطي م من الناظر إلى القمر والآخر إلى الشمس وفي تعدل تباين القمر وي م أي بعد القمر معروف فنستعمل وم فلنا زاوية قائمة م وس والخطان وم وس أي نصف قطر القمر فنستعمل م م . اطرح منه وس أو س ف يبقى ف م

س م = س و + م و اطرح س ف أي  $\frac{1}{2}$  ق القمر فيبقى ف م طول الجبل  
هذه الطريقة تصح إذا كان القمر في التربع ولا تصح في وقت آخر ولأجل استعلام الارتفاع في أي وقت كان لنا هذه الطريقة العامة



شكل ٨٣

لكن ي (شكل ٨٣) موقع الأرض . ارسم ي م ن عموداً على  $\frac{1}{2}$  ق القمر ك س وارسم ل و عموداً على  $\frac{1}{2}$  ق القمر أيضاً وارسم ل و يوازي ون وم ي عموداً على ص م وهو طريق نور الشمس كما في الشكل السابق . فيرى ل م على طول الخط في إذا نظير اليو والقمر في التربع أي والأرض عند ي مثلاً وإذا نظير اليو من ي يرى على طول ل و بما أن السطح المارقي ص م ي م هو عمودي على خط موصل بين القريتين فنحسب الدائرة ك ل د قطع القمر عمودياً على ذلك السطح

الامر واضح أن الزاوية ص ل و أول س ك = تباين القمر عن الشمس وبما أن المثلثين ل ر م ل س و متشابهان لنا ل و ل س = ل ر ل م = ل ر  $\frac{1}{2}$  ق القمر = ل ر متوسماً على جيب التباين على افتراض  $\frac{1}{2}$  ق واحدًا فنستعمل م م كما تقدم

مثال ذلك . لاجل قياس ل ر (شكل ٨٤) اجعل شعرة المكرومتر غير المتحركة توازي  
 اب وحرك الشعرة الاخرى من ل الى ر فيقاس بذلك رل او ارصد موضعاً بقرب ل على  
 استقامة الخط ل ر وبواضبط شعرة المكرومتر المتحركة او اجعل شعرة المكرومتر الافقية على ر  
 فلنك وضع المكرومتر لتقيس طول ر كالمادة



شكل ٨٤

بالرصد وجد ل م او ل ر  $40^{\circ} 63'$  لجبل في ربع الجنوب  
 الشرقي والنباتين  $8^{\circ} 12'$  وفي ق القمر  $2^{\circ} 6'$  مطلوب علو الجبل  
 جبب  $8^{\circ} 12' - 8178101$  فاقسم  $40^{\circ} 63'$  على  $8178101$   
 $= 48^{\circ} 40'$  الزاوية التي تقابلها ل م لو نظرنا الى عمودياً فلنا في  
 القمراية  $2^{\circ} 6' 16''$  :  $48^{\circ} 40' 00''$  :  $1080^{\circ} 00''$  ميلاً (اي اميال في في ق  
 القمر) : ل م =  $04^{\circ} 48'$  ميلاً

$$\text{ثم } 1080^{\circ} 00' + 04^{\circ} 48' = 1084^{\circ} 48' = \text{س م} = 1081^{\circ} 86'$$

$$\text{اطرح } 1080^{\circ} 00'$$

$$\frac{1081^{\circ} 86'}{1080^{\circ} 00'} = \text{ميل}$$

ف م =

طريقة اخرى . لكن (شكل ٨٥) ق مركز القمري مركز الارض ش مركز الشمس واس ب د  
 قطع القمر قطعاً عمودياً على ي ق وليكن  
 دوس قطعاً آخر عمودياً على ق ش فيكون  
 القسم من القمر المصور المنظور من الارض القسم  
 الواقع بين س ب د و ملق دوس على  
 القطع اس ب د . وليكن م رأس جبل اصاعة  
 شعاع الشمس الماسة السطح عند و وب و ف  
 قوس دائرة عظيمة على السطح سطحها مار براس  
 الجبل ومركز القمر ومركز الشمس ون نقطة تقاطع هذه القوس والخط ق م من رأس الجبل الى مركز  
 القمر ثم لنفرض



شكل ٨٥

$$\text{ل ق} = \text{ق ن} = \text{نصف قطر القمر}$$

$$\text{ب} = \text{ف س و} = \text{ي ق ا} = \text{زاوية النباتين الخارجية}$$

$$\text{ي} = \text{و م} = \text{بعد مرعن و}$$

$$\text{ك} = \text{ن م} = \text{ارتفاع الجبل}$$

ل = ملقي على سطح اس ب د  
الشمعة ش وم عودية على القطع د وس فهي مائلة على القطع اس ب د وميلها = مم  
ف س و = ٩٠° - ب

ل = ي X ن ج (٩٠° - ب) = ي X ج ب

ل  
ج ب

وايضاً ي = ك (٢ ١/٢ ق + ك)  
بالمساواة ك (٢ ١/٢ ق + ك) = ل / ج ب

وبترك ك لصغر بالنسبة الى ٢ ١/٢ ق

(٥٢)

ك = ل / ٢ ١/٢ ق X ١ / ج ب = ل / ٢ ١/٢ ق X ن قاطع ب

يقاس ل بالمكر ومتراي بعد رأس الجبل عن الحد المتور  
يبلغ ارتفاع بعض جبال القمر ٢٢٠٠٠ قدم

(٢٢٠٠) القمر خال من كرة هوائية ومن ماء ومن بخار الماء كما يتضح من علم الحراف نعم من  
موضعوا الحقيقي بالانكسار اذا اخفى وراء القمر كما يحدث مراراً كثيرة



شكل ٨٦

ليكن اب (شكل ٨٦) حد سطح القمر وس د حد كرة الهواء المحيطة به فحسب قواعد النور  
تعرف الشعاع الآتية من نجم عند ن نحو العمودي والناظر عند ي يرى النجم الى جهة ي ن فيكون  
قد اخفى وراء القمر ولا يزال ظاهراً وعند خروجه من وراء القمر على الجانب الآخر يكون قد خرج  
بالظاهر وهو بالتحفة باقى خلفه فيقتصر بذلك مدة الاختفاء عما يجب باعتبار قطر القمر فضلاً عن  
تخفيف نوره عند مرور الشعاع منه في الكرة الهوائية ولا يحدث شيء من ذلك مطلقاً

لو كان للقمر هواء كثافة مثل كثافة هوائنا على مساواة سطح الجرم لما اخفى النجم مطلقاً لانه كما  
رأينا سابقاً الشمس في الافق ترفع بالانكسار ٢٤' وقطرها ٢١' و١/٢ القمر ١٦' فكان النجم يضرع  
٢٤' عند استجابته و٢٤' عند خروجه اية ٦٨' فكان يظهر مثل حلقة نيرة حول قرص القمر

المظلم . ويتضح ذلك بتغطية بلورة نظارة الأ حلقه منها وترج القطعة العينية ثم اذا توجهت الى نجم وأمرت عليه تدريجياً بصير نوره أولاً قوساً ثم حلقه تامه

## الفصل السادس

### في اضطراب حركات القمر

(٢٢١) فلك القمر ليس دائرة حقيقيه ولحركاء اضطرابات كثيرة ينتضي معرفتها لكي نستطيع ان نحسب موقع القمر في وقت مفروض ولا يسعنا المقام تفصيل كلها بل نذكر اعظمها فقط



شكل ٨٧

(٢٢٢) من علل هذه الاضطرابات جاذبية الشمس فلو كانت الشمس ابعد كثيراً ما هي عن الأرض والقمر لعلت بالقمر والأرض على السماوي ولم يحصل منها اضطراب وبما انها ٤٠٠ مرة ابعد من بعد القمر فلها ذبيتها فعل ظاهر بتغير حركة القمر ففى كان القمر بالاقتران تزيد جاذبية الشمس له على جاذبية الأرض له على نسبة ٤٠٠ : ٣٩٩٠ فقل عطف القمر نحو الأرض ومضى كان القمر في الاستقبال فتجذب الشمس الأرض أكثر مما تجذب القمر على هذه النسبة نفسها فيعطف عطف القمر نحو الأرض أيضاً ومضى كان القمر في التربع تجذبه الشمس على خط مائل قليلاً على خط جاذبية الأرض له فاذا انحلت قوة جاذبيتهما يرى ان بعضها فاعل لزيادة عطف القمر نحو الأرض . وقد حسب الثقيل عند الاقتران والاستقبال  $\frac{1}{18}$  من الكل والزيادة عند التربع  $\frac{1}{18}$  من الكل وفضلها  $\frac{1}{18}$  اي عطف القمر نحو الأرض يقل بجاذبية الشمس له  $\frac{1}{18}$  من كلفه فيدور في فلك اوسع مما كان لولا ذلك

(٢٢٣) ليكن ا ب س د (شكل ٨٧) فلك القمر وي

الأرض وليكن الشمس عند ض والقمر عند م وليكن ي ض مناسباً لجاذبية الشمس للأرض ثم حسب فلسفة ض م<sup>٢</sup> ض ي<sup>٢</sup> ض ي<sup>٢</sup> - جاذبية الشمس على م الى جهة م ض . اجل

م غ - من  $\frac{1}{2}$  وارسم م ف بعدل ي ض ويوزع في الشكل م ف غ ح وحل قوت م غ الى م ف ح ثم بجيت ان القسم م ف - ي ض ويوزع اي بعدل جاذبية الشمس للارض وبها الى جهة واحدة فلا اضطراب مة اما القوة المنعرجة حركة م وي بنسبة احدهما الى الآخر فهي القسم م ح وهذا الخط مختلف وضماً وطولاً باختلاف موقع م وعلى كل حال ينحل الى ما ينحل ماسياً وما ينحل قطرياً. ارسم م و ماساً لفلك القمر وي م بين الارض والقمر فيحل م ح الى قوة قطرية م ر تزيد عطف القمر نحو الارض او تقله م و قوت ماسية تسرع حركة القمر وتؤخرها. في هذا الرسم وضع م ح بجيت يزيد م ر عطف القمر نحو الارض وم و يسرع الحركة. عند التربع ينحل م ر نحو ي وعند الاقتران والاستقبال تجذب عن ي وم و في الربع د ا وب س يسرع الحركة وفي ا ب و س د يؤخرها

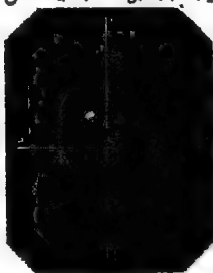
(٢٢٤) بسبب اضطرابات حركة القمر لا يستعمل موقعة الخنفي الا باصلاحه لاجل هذه

الاضطرابات بواسطة معادلاتها وبها

اولاً معادلة المركز كما تقدم من جهة الشمس اي الفرق بين فلك القمر ودائرة حقيقية ومعظم هذه

المعادلة  $17' 14''$  للقمر وفي الشمس اقل من  $3''$

(٢) الثانية معادلة الاعتساف وهي معادلة اضطراب البابنة بواسطة جاذبية الشمس



شكل ٨٨

معظمها  $20''$  وهي تقل معادلة المركز في الاقتران والاستقبال وتزيد لها في التربع الاول والرابع فتزيد طول القمر الاوسط او تقله  $20''$  كما تقدم حكى بها اولاً مرخوس وكنتها بطليموس وندما  $21$  يوماً  $19'' 20''$  وهي حادثة بالقوة م ر (شكل ٨٧)

ليكن ف ح الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للقمر (شكل ٨٨) وي الارض ولنفرض الشمس في جهة ا فيكون ا س الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب والخطان متوازيان وانطاف القمر نحو ي بقل عند ف

وح كما تقدم والتقليل عند ف اقل من التقليل في مكان آخر من فلكه لانه عند ف تكون الفضلة بين ا ي و ا ف على اقلها وعند ح تقلل اكثر من التقليل في مكان آخر من فلكه لان فضلة ا ي ا ح حيث تلي على معظمها تنبهد ف عن ي اقل وتبعد ح عن ي اكثر من سائر اجزاء فلك القمر وهكذا لو كانت الشمس في جهة س فتي وانفتت جهة الشمس الخط الموصل بين نقطة الرأس

والذنب تكون هليجية القمر على معظمها

ثم لنفرض الشمس في جهة د ا و ب اي ان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب يمر بالترجيع فيزيد انعطاف القمر نحو الارض عدد ف وح كما هو الحال في التريع ابداً غير ان هذا الانعطاف على اقله عدد ف بسبب قلة ميل ف ب على ي ب وعند ح على معظمه بسبب زيادة ميل ح ب على ي ب فيكون ح ي بالنسبة الى ف ي اقل منه في وضع آخر فتكون الهليجية على اقلها اذا وافق الخط الموصل خط التريعين

(٢) معادلة السرعة من قبل اختلاف سرعة حركة القمر معظمها ٢٢' ومدها نصف دورة قانونية اي ١٤ يوماً و ١٨ ساعة وفي حادثة عن الفترة الماسة وم (شكل ٨٧) فن د الى ا يوافق حركة القمر فسرعتها ومن ا الى ب تؤخرها ومن ب الى س تسرعها ومن س الى د تؤخرها. كان يظن انها من ب الى س فتأخر بسبب جاذبية الشمس الى الورد غير ان القوة المضطربة في اضافية لامتلفة اي من ب الى س تجذب الشمس القمر اقل مما تجذب الارض فالنتيجة كانت ان لم تعمل بالارض بل دفعت القمر الى الجهة المتعاقبة اي نحو س فيسرع القمر ويطلق على التعاقب بين تريع وتريع ومعظم الاختلاف عندما يكون على نحو ٢٥ من التريع ب ود. سبب بعضهم كشف هذا الاضطراب الى تيغوبراي وبعضهم الى ابي الوفاء في القرن التاسع وهو الاضطراب الاول الذي علل عنه اسحق نيوتون بالجاذبية العامة

(٣) المعادلة السنوية اي اختلاف سرعة الارض في نقطة الرأس والذنب معظمها ١١' ١٠"

(٤) خامساً المعادلة الاختلافية عليها اختلاف جاذبية الشمس للقمر بين نقطة الرأس والذنب معظمها ٢'

(٥) المعادلة القرية اي اسراع حركة القمر بتقليل هليجية فلك الارض الحادث منذ اقران متتابعة كما تقدم ومعظمها ١٠" كل ١٠٠ سنة. هذه المعادلة كشفها اولاً المعلم هالي من مقابلة كسوفات رصدتها الكلدانيون في بابل ق ٧٢٠ و ٧١٩ مع كسوفات رصدها علماء العرب في القرن الثامن والتاسع. وقد كشف هانس في هذه السنين الاخيرة معادلتين اخريين من قبل فعل الزهرة بالاستقامة وبغير استقامة في القمر

ومعادلات اخرى الى ٦٠ معادلة اكثرها صفار وبها يستعم موقع القمر بدون خطأ يزيد عن ٢" (٢٢٥) العقدتان ليستا ثابتين بل تتقلبان من الشرق الى الغرب ١٩' ٣٥" كل سنة فتعودان الى مكانها الاول في ١٨٦ سنة فان رصدنا النقطة التي فيها يقطع القمر دائرة البروج هذا الشهر وكان ذلك برب نجم ما فبعد في الشهر الآتي انه يقطعها الى غربي ذلك النجم فيقال ان

العقدتين تدبران على دائرة البروج وسبب ذلك جاذبية الشمس للقمر بالوزن من قبل ميل فلك القمر على دائرة البروج

ليكن ق ن (شكل ٨٩) قوساً من دائرة البروج و اب قوساً من فلك القمر والعقد النازلة



شكل ٨٩

عند ن فهي كان القمر عند ل تجذب به الشمس وهي في دائرة البروج على خط مائل على ق ن وتقل هذه الجاذبية الى قسم عمودي على ق ن وقسم يوازيه فليكن ل م القسم العمودي اي فيحرك القمر بهذا القسم من جاذبية الشمس يهايم باستمراره على ل ر فيحرك في ل س الذي يقطع دائرة البروج في ن ثم بعد مروره بالعقد تحركه القسم المشار من جاذبية الشمس على ت د يهايم باستمراره على ت ك فيحرك في ت ص وهو اذا اخرج يقطع دائرة البروج في ن فتبتهر العقد عند اقتراب القمر اليها وعند ذهابها منها

وهذا القمر يحدث اذا كان القمر في النصف من فلكه الاقرب الى الشمس وفي النصف الآخر تنعكس حركة العقدتين اي تتقدمان غيران الاولى اكثر من الثانية فيدبران كما تقدم

(٢٢٦) الخط الموصل بين نقطة الاوج والحضيض من فلك القمر يتقدم اي يتقل من الغرب الى الشرق والعله كما تقدم في تقدم الخط الموصل بين نقطة الراس والذنب للارض فجاذبية جسم خارج فلك سيارته هذا الفعل ابداً وهذا الخط الموصل بين قمة الراس والذنب للارض يتقدم قليلاً جداً كما ذكر اما في القمر فلهذا اضطرابه بسبب جاذبية الشمس يتقدم الخط الموصل بين الاوج والحضيض ٣ كل شهر نحوي ويدور دورانا كاملاً في نحو ٩ سنين )

(٢٢٧) مدة دوران الشمس من احدي العقدتين الى ان تعود اليها ايضاً مسميت دورة النقطة القانونية وهي اقصر من السنة النجمية ومدتها ٣٤٦ ١/٢ يوماً تقريباً . لان العقد تنقل غرباً كل سنة ١٩' ٣٥'' كما تقدم فتصل اليها الشمس قبل تكميل دورتها الكاملة بالوقت اللازم لكي تمر على ١٩' ٣٥'' واذ تحرك الشمس كل يوم درجة تقريباً تكون مدة دوران النقطة ٣٦٥ - ١٩ = ٣٤٦ وبالتدقيق ٣٤٦ ١/٢ ١٨٥١ يوماً والوقت من اقتران الى اقتران او من استقبال الى استقبال

= ٢٩٠٥٣٠٥٨٨٧ يوماً وفي ١٩ دورة للقطعة ٢٢٢ من هذه المئات تقريباً

لان  $٦١٩٨٥١ = ٢٩٤٦٦١ \times ١٩ = ٦٥٨٥٠٧٨$

و  $٢٢٢ \times ٢٩٠٥٣٠٥٨٨٧ = ٦٥٨٥٠٢٢$

فلو انتقلت الشمس والقمر معاً من احدى العقدتين فيعد عودتهما الشمس اليها ١٩ مرة  
اسية بعدما تمر على تلك القطعة ١٩ مرة يكون القمر قد دار ٢٢٢ دورة قانونية فهذه تيات حتمية  
عند تلك القطعة ثم تدور ايضاً كما تقدم واذا كان حدوث الخسوف والكسوف متعلقاً بنسبة الارض  
والقمر والشمس الى احدى هاتين النقطتين فيعودان على ترتيب واحد تقريباً . فعودة الشمس  
الى العقد بعد ١٩ دورة قانونية اي في ١٨ سنة و ١٠ ايام او ١١ يوماً قد سميت مدتها عند  
القدماء سنة صابريوس وعلى موجبها كان الكلدانيون وغيرهم من القدماء يحسبون الخسوف والكسوف  
للمستقبل لانه ان عرّفنا ١٨ سنة بعرف وقت وقوعها ايضاً باضافة ١٨ سنة و ١١ ايام الى ذلك  
الوقت او ١٨ سنة و ١١ يوماً كما سياتي

(٢٢٨) قد وجد واحد من القدماء اسمه ميتون ان القمر يدور ٢٣٥ دورة قانونية في ١٩  
سنة اعني في ١٩ سنة من الاقتران والاستقبال في وقت واحد في مدة كل ١٩ سنة اي ان وقع الاقتران في اليوم  
الخمس من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ١٩ سنة و اهل اثينا اعتمدوا على هذا الحساب لتعيين  
الاعيان والملاعب ولم يجزأ م ٤٣٢ والاعداد الدالة على هذه السنين كتبت باحرف ذهبية على  
حيطان هيكل مينرفا في اثينا فسميت الاعيان الذهبية فالعدد الذهبي هو العدد الدال على السنة  
من دور ميتون فالعدد الذهبي لسنة ١٨٧١ هو ١٠ ولسنة ١٨٧٢ هو ١١ ولسنة ١٨٧٣ هو ١٢ ولسنة  
١٨٧٤ هو ١٣ ولم يجزأ

ان ١٩ سنة شمسية تقصر عن ٢٣٥ شهراً قمرياً بمقدار  $٢ \frac{1}{2}$  و  $٣٣ \frac{1}{2}$  فتعود اوجه القمر في الايام  
التي حدثت عليها قبل المدة ١٩ غير انها تباخر  $٢ \frac{1}{2}$  و  $٣٣ \frac{1}{2}$

السنة الشمسية تارة ٣٦٥ يوماً وتارة ٣٦٦ يوماً كما تقدم ذكره ودور ١٩ سنة اعني ادية لس على  
طول واحد دائماً لانه قد تكون فيه ٤ سنين كبيسة وقد تكون فيه خمس سنين كبيسة اي تارة ٦٩٤٠  
يوماً واخرى ٦٩٣٩ يوماً فتارة يزيد عن ١٩ سنة فلكية ربع يوم تقريباً واخرى يقصر عن ١٩ سنة  
فلكية اكثر من  $\frac{1}{2}$  يوم فاذا اعتمد على  $\frac{1}{2}$  ادوار كل دور ١٩ سنة اعني ادية يزيد ثلاثة منها عن السنة  
الاخيرة الفلكية اقل من ربع يوم والرابع يقصر من تلك السنة الفلكية نحو  $\frac{1}{2}$  يوم ومجل الادوار الاربعة  
(كل دور ١٩ سنة اعني ادية) يعدل اربعة ادوار كل دور ١٩ سنة فلكية وهذا الدوراي  $٤ \times ١٩$   
= ٧٦ في دور كبلوس



ولاجل الحساب الكائن يوم قروحي دائر في فلك القمر الحقيقي بحيث تتفق اوجته في دور ١٩ سنة اعتيادية كما تتفق اوجه القمر الحقيقي في دور ١٩ سنة فلكية فسمي القمر الكائن وعمر القمر الكائن في اليوم الاول من السنة هو زيادة السنة الشمسية على القرية وهذه الزيادة سميت الانافة فاذا عُرِف عمر القمر في اول يوم من السنة اي الانافة للسنة الاولى من دورهم تون عُرف لكل سنة منه وبما ان دورهم تون ابتداء الحساب منه في ١٦ تموز سنة ٤٣٢ ق م و ٦ و ٤٣ ب ظ فيكون اتفاق الانافة والدور على هذا النسق

سنة الدور ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩

الانافة ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨

الاحرف الاحدية - قد جرت العادة ان تسمي ايام الاسبوع بواسطة حرف من الاحرف

الرومانية وتوضع A لليوم الاول من السنة اي

G F E D C B A

٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

فاذا كان اول السنة يوم الاحد يكون المحرف الاحدي A واذا كان الثلاثاء اول السنة يكون F المحرف الاحدي واذا كان الاربعاء اول السنة يكون E المحرف الاحدي وسوف اذكر كنية استعلام المحرف الاحدي والانافة وفائدة ذلك لمعرفة مواقيت بعض الاعياد في فصل مضاف الى آخر هذا المؤلف ان شاء الله لان كل ذلك من الثنائيات والمضاعفات الاكبركية التي لا تستحق الالتفات اليها في هذا السياق

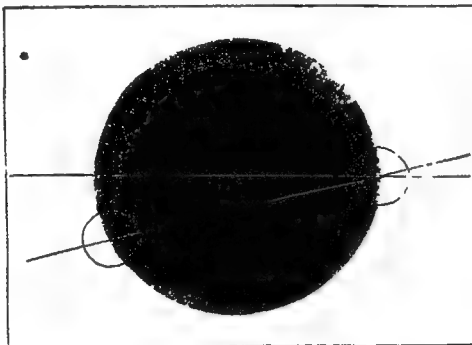
(٢٢٩) هذه بعض اضطرابات حركات القمر والمعادلات لاصلاح حساب موقعها وهي مدونة في الزيجات ومنها ما يقتضي طرحها ومنها اضافتها وهو عمل طويل مل من جمع وطرح وضرب وفي ادى الزيجات ما ينف عن ٦٠ معادلة لاصلاح حساب موقع القمر وهذا العمل الطويل تقريبا عنه المجازل السنوية المطبوعة المعروفة بالمهاج

(٢٣٠) اضطرابات حركات القمر تنقسم الى قسمين الاول اضطرابات مدة قصيرة مثل الاعتساف واختلاف سرعة حركتي بين الاقتران والاستقبال والتمعين لانها تحدث في كل مدة قصيرة والثاني اضطرابات دورية اي التي تحدث في مدات بعيدة منها المعادلة الدورية المذكورة انما

## الفصل السابع

### في الكسوف والخسوف

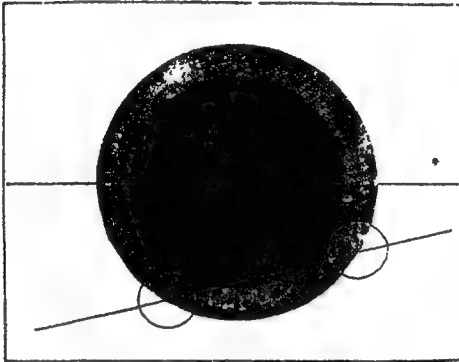
(٢٢١) يخسف القمر عندما يقع في ظل الأرض وتكسف الشمس عندما يتوسط القمر بينها وبين الأرض فيقع ظل القمر على الأرض فلا يمكن ان يحدث خسوف الا عند الاستقبال ولا كسوف الا عند الاقتران ولو كان فلك القمر وفلك الأرض في سطح واحد لحدث كسوف عند كل اقتران وخسوف عند كل استقبال لوقوع ظل الأرض والقمر في سطح واحد وهو سطح فلكها وكلا الظاهرين



شكل ٢٠ خسوف كامل

اطول من بعد القمر عن الأرض وقد تقدم ان فلك القمر مائل على فلك الأرض نحو  $5^\circ$  ففي كان القمر متوسطاً بين المقتدين يكون ميل مركبه  $5^\circ$  عن محور ظل الأرض الذي هو في دائرة البروج ابناً ومعظم نصف قطر هذا الظل على بعد القمر  $= \frac{1}{2}$  فقط كما ستعلم ونصف قطر القمر  $= \frac{1}{4}$  تقريباً فلا يطبق احدهما على الآخر ولا يدخل احدهما في ظل الآخر الا متى كانت الشمس وقت الاقتران عند او بقرب احدى المقتدين للقمر ويدور ان الشمس في دائرة البروج تقع كل سنة في كل نقطة من تلك الدائرة فقد يتوقع وقوع الاقتران والاستقبال في كل جزء من تلك الدائرة وإن يتعاضد

كانت الشمس تجاه العقدة الصاعدة والنازلة أو متى كانت بينهما وبينها  $90^\circ$  أو  $270^\circ$  أي نقطة كانت بين هذين الموضعين والشمس تمر بالعقدتين في نقطتين متقابلتين من دائرة البروج أي في فصول متقابلة من فصول السنة أو شهور متقابلة فلذلك نرى غالباً خسوفات وكسوفات تحدث في شهور متقابلة أي أن حدث خسوف أو كسوف في كانون الثاني مثلاً نتظر وقوعه أيضاً في تموز وإن حدث في آذار نتظره أيضاً في أيلول وتسمى هذه الشهور المتقابلة الشهور العقدية ويسبب تغيرها كما تقدم تتغير هذه الأشهر من سنة إلى سنة



شكل ٩١ خسوف جزئي

(٢٢٢) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الأرض لكان ظل الأرض اسطوانة ولكونها أكبر من الأرض كثيراً يكون ظل الأرض مخروطاً قاعدته الأرض ورأسه ومحوره في دائرة البروج أي أن الأمر واضح أيضاً أن هذا الظل يطول إذا بعدت الشمس عن الأرض ويقتصر إذا قربت إليها وإن هيئة الظل تتغير قليلاً بتسطيح الأرض عند القطبين وإن القمر في الاستقبال تارة أقرب إلى الأرض وأخرى أبعد عنها فمضى كان أقرب يعبر في قسم من الظل اعظم قطراً من القسم الذي يريده وهو أبعد عنها

(٢٢٣) نصف زاوية مخروط ظل الأرض يعدل قطر الشمس الظاهر إلا اختلافاً لا يفتني لكن اش (شكل ٩٢)  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس ب ي  $\frac{1}{2}$  قطر الأرض ي س محور ظل الأرض فنصف

زاوية غروب الظل ا ب ي س ب = ا ي ش - ي ا ب و ا ي ش = نصف قطر الشمس  
وي ا ب = اختلافها الاقني وما معروفان فتعرف منها الزاوية عدد راس الظل والاختصاص  
لنصل  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس = ق واجتلاها الاقني = خ فلنا



شكل ٩٢

ي س ب = ق - خ

وق =  $16' 10''$

وخ =  $8' 6''$

وق - خ =  $53' 9' 10''$  معدل نصف زاوية الظل

(٢٣٤) في المثلث ي س ب ذي قائمة عذ ب لنا الزاوية ي س ب والضلع ي ب

فنستعمل منها ي س

جيب (ق - خ) :  $\frac{1}{2}$  ق =  $806270 : 39076$  (٥٢)

اي معدل طول الظل وتغير هذه القيمة بالقلب كتغير  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس. وبعد القمر =  $238760$

نقریباً فطول الظل  $\frac{1}{2}$  امثال بعد القمر فيعبر في الظل في القسم الاعرض منه اي حيث يكون  
قطره اكثر كثيراً ما يلزم ليعجب وجه القمر

(٢٣٥) لاجل استعمال قطر الظل عند معبر القمر في

لوكن م م متقطع الظل عند معبر القمر في وم مركز الناقص الحادثة بالنقطع فالزاوية م ي م دالة على

نصف قطر الظل وفي = ب م ي - ب س ي وب م ي = اختلاف القمر الاقني وب س ي

=  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس الا اختلافها الاقني ا ب ي ق - خ كما تقدم فاذا وضعنا خ عوضاً عن اختلاف

القمر الاقني لنا

م ي م - خ - (ق - خ) = خ + خ - ق

وخ =  $5' 07''$

وق - خ =  $53' 9' 10''$

وَح + ح - ق = ١٢' ٤١" = ١/٢ قطر الظل عند معبر القمرو ١/٢ قطر القمر = ١٥' ٣٣" قطر الظل ١/٢ مثل ١/٢ قطر القمر عند معبر فيه

(٢٣٦) بعد القمر عن العقدة إذا مس ظل الأرض مساً فقط في خسوف شمس الحمد الحسوفي وتعدت عن العقدة وفي كسوف إذا مس جانب الشمس مساً فقط شمس الحمد الحسوفي ولا يمكن أن يحدث خسوف ولا كسوف إذا كان القمر بعد من هذه الحدود عن العقدة



شكل ٢٣

(٢٣٧) لاستعلام الحمد الحسوفي لكن من ع قسماً من طريق الشمس (شكل ٢٣) م ع قسماً من طريق القمر وس ١/٢ قطر ظل الأرض و ١/٢ قطر القمر وما معروفان فمعرفة مجموعها م

وع العقدة والزوايا ع معروفة لأنها ميل فلك القمر على دائرة البروج ثم في المثلث الكروي م ع س ذي القائمة عد م لنا

١/٢ ق ج س م ج س ع ج م ع س (٥٤) فنستعلم م ع اما الزوايا عند ع وس ١ وام فكميات متغيرة فيتنفر م ع ايضاً ومعدلة ١٢' ٢٤" فإذا كان أكثر من ذلك لا يحدث خسوف وإقله ٩' ٢٤" فإذا كان أقل من ذلك فلا بد من خسوف وإن كان بينها فرما يحدث وربما لا يحدث اما بعد القمر عن العقدة فيقاس على دائرة البروج وهو كناية عن فصلة طول العقدة وطول القمر في وقت ما فلا يمكن أن يحدث خسوف متى كان بعد القمر عن العقدة اية فصلة طول وطول العقدة أكثر من ١٢' ٢٤" وإن كان أقل من ٩' ٢٤" فلا بد من خسوف وبين ٩' ٢٤" والحمد المذكور سابقاً يكون في حدوثه شك لا يزال إلا بالحساب

ان مس القمر ظل الأرض مساً شمس الروية حاسة وإن دخل جزء من القمر فقط في الظل شمس خسوفاً جزئياً (شكل ٢١) وإن دخل جميعه شمس كلياً (شكل ٢٠) وإن طابق في الخسوف مركز القمر على مركز دائرة الظل شمس مركزياً وذلك لا يكون إلا إذا كان القمر وقت الخسوف عند العقدة تماماً وإن لم يتوارس بخروط الظل إلى القمر شمس حلقياً

(٢٣٧) ان الأرض تنحجب شيئاً من نور الشمس عن القمر قبل دخوله في الظل وتزداد الانحجاب شيئاً فشيئاً إلى ان يدخل الظل فيخسف وهذا النور المجزئي شمس ظليلاً وتعرف حدوده برسم الماسيات ا ح آ ح (شكل ٢٢) فالامر واضح ان القمر عند وصوله إلى ح تنحجب عنه شمس

من نور الشمس ويتزايد ذلك الى ان يصل الى الظل عند م وبعد خروجه عند م يبقى شيء من النور محتجباً حتى يصل الى ح وهيئة الظليل مخروط ناقص يمتد الى غير نهاية من الارض وراس المخروط اذا اكبر عند س اي بين الارض والشمس

(٢٣٨) نصف زاوية الظليل =  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس واختلافها الافقي اي ق + مخ (شكل ٩٢) لأن

ح س م = ا س ش = ا ي ش + ب ا ي

وا ي ش =  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس

وب ا ي = الاختلاف الافقي وما معروفان

نصف زاوية قطع الظليل على بعد القمر = اختلاف القمر الافقي + اختلاف الشمس الافقي

+  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس

لان الزاوية ح ي م (شكل ٩٢) = ي ح س + ي س ح

وي ح س = مخ اي اختلاف القمر الافقي

وي س ح = ق + مخ كما تقدم

اي ح ي م = مخ + مخ + ق

وفي كلها معروفة ومعدل ذلك ١٩' ١٥" اي ٥ امثال  $\frac{1}{2}$  ق القمر تقريباً

(٢٣٩) في ما تقدم قد حسبنا مخروط ظل الارض مصطعباً بماسات لسطح الارض من سطح الشمس وقد وجد بالرصد ان قطر الظل الظاهر أكبر قليلاً مما هو حسب القاعدة المذكورة

ويعمل عن ذلك بان بعض شعاع الشمس تمسها وتطغىها الاجزاء السفلى من كرة الهواء فالتجربة كما

لو كانت الارض أكبر قليلاً ما هي حقيقة فلكي يطابق الحساب على الحقيقة بقتضي زيادة  $\frac{1}{2}$  قطر

الظل والظليل فهو  $\frac{1}{2}$  ما هو حسب القاعدة المذكورة انفاً

في خسوف كلي يبقى وجه القمر ظاهراً له نور مخمض وسبب ذلك ان بعض شعاع الشمس

تتكسر به واه الارض فتصرف الى حد محور الظل وتقع على القمر

(٢٤٠) قد تقدم ان القدماء حسبوا وقوع خسوف وكسوف تقريباً من ملاحظتهم عودة

القمر الى الاماكن التي كانت فيها كل ١٨ سنة و ١٠ ايام اي مدة ٢٢٢ من دورات القمر القانونية

وقد حسب الفيلسوف هالي مدة هذا الرجوع ١٨ سنة و ١٠ ايام ٧ ساعات  $\frac{43}{2}$  اذا كانت

خمس سنين كيسة في مدة ١٨١١ سنة و ١٨ يوماً  $\frac{43}{2}$  اذا كانت ٤ سنين كيسة في تلك

المدة واذا عُرِف وقت وسط خسوف برصد فان اضفنا الى ذلك الوقت المدة المذكورة يكون

لنا وقت وقوعه ثانية غير انه يحمل خطأ ساعة ونصف

## كسوف الشمس

(٢٤١) أما كسوف الشمس فإن نظرنا اليه بدون اعتبار مكان مخصوصي فالامر واضح ان كيفية حسابه بحساب الكسوف غمراة بسبب قرب القمر الى الارض وزيادة اختلافه وصغر ظله لا تقتضي في الارض كلها اية ظلة يغطي جزءاً صغيراً من سطح الارض فقط كما نرى احياناً سحابة تغطي وجه الشمس عن بعض الاماكن وتبقى مشرقة على البعض وهكذا في الكسوف فان كانت الشمس على خط الاستواء مثلاً وتوسط القمر بيننا وبين الارض يقع الظل على جانبي خط الاستواء فيحدث كسوف هناك وما لساظر في المنطقة المعتدلة الشمالية فيقع القمر الى جنوبي الشمس ولناظر في المعتدلة الجنوبية يقع الى شمالي الشمس فلا يحدث كسوف عندها

(٢٤٢) حركة القمر في فلكه ٢٣' كل ساعة وذلك على بعد القمر ٢٢٨ ميلاً فظل القمر على سطح الارض هذه السرعة اذا كان عمودياً عليه ومتى كان مائلاً تزداد السرعة على نسبة  $\sin$  ؛ حسب الميل . ثم لنفرض وقوع الاقتران عند وصول القمر الى العقدة فيكون الاجرام الثلاثة اي الشمس والقمر والارض على خط واحد والظل يمشي على دائرة البروج على سطح الارض من الغرب نحو الشرق وحركة الارض على محورها ايضاً من الغرب الى الشرق فتقل سرعة الظل قليلاً بهذا السبب اي سرعته = فيضلة حركة الارض على محورها وحركة القمر في فلكه . ثم لنفرض ان القمر عند الاقتران واقع الى شمال دائرة البروج قادماً الى العقدة النازلة وان الاقتران حصل داخل المجد الكسوفي قليلاً اي اقل من  $16^\circ$  عن العقدة فعند ذلك يقع الظل الى نحو الشمال ويمس الارض عند القطب الشمالي لدائرة البروج وبالعكس متى كان الى جنوبي دائرة البروج قادماً الى العقدة الساعة وحصل الاقتران كما ذكر . فكلما اقترب الاقتران الى العقدة تقدم الظل نحو الاقاليم الاستوائية

(٢٥٨) الاقتران يحدث والقمر على ابعاد مختلفة من الشمس فالامر واضح ان طول ظله يتغير بالنسبة الى ذلك وايضاً قطره عند الارض يتغير وتغير بذلك مساحة الظل على سطح الارض والكسوف الاكبر مساحة هو الحادث متى كانت الشمس على بعدها الابعد والقمر على بعده الاقرب من الارض

(٢٤٣) متى كان القمر على معدل بعده من الشمس ومن الارض يصل ظله الى سطح الارض اقل قليلاً لان معدل طولوه =  $241620$

ليكن ص (شكل ٩٤) الشمس د القمر ت الارض ف نصف زاوية مخروط ظل القمر د ك ر

كما كانت في ظل الأرض (ع ٣٣) = ص در - درك و ص در =  $\frac{1}{4}$  في الشمس عند القمر  
ودرك = اختلافها الأفقي عند القمر ولسبب بعد الشمس وقرب القمر بالنسبة إلى الشمس يختلف  
نصف قطر الشمس عند القمر قليلاً جداً عما هو في الأرض ولسبب صغر نصف قطر القمر عند الشمس  
يكون اختلافها الأفقي صغيراً جداً فمسيح أن نحسب  $\frac{1}{4}$  في الشمس = نصف زاوية مخروط ظل  
القمر ولاجل زيادة التدقيق لنحسب نصف قطر الشمس واختلافها الأفقي عند القمر. فلان مقدار  
جسم الظاهر هو القلب كجسم فنسبة



شكل ٢٤

ص در : ص ث ر : ص ث ١ ص د : ٢٩٩ : ٤٠٠  
لان بعد الشمس ٤٠٠ مثل بعد القمر فاذا كان ص ث ٤٠٠ يكون ص د ٢٩٩ أي  
ص در =  $\frac{400}{299} \times$  ص ث ر =  $1^{\circ} 00' 25'' \times$  ص ث ر ومعدل نصف قطر الشمس  
أي ص ث ر =  $16^{\circ} 03' 16''$  أي  
ص در =  $16^{\circ} 03' 16'' \times 1^{\circ} 00' 25'' = 16^{\circ} 06' 17'' = 16^{\circ} 09' 34''$

(٢٤٤) اما الاختلاف فهو القلب كالبعد فيكون اختلاف الشمس الأفقي عند القمر  $\frac{1}{4}$   
اعظم ما هو عند الأرض لكون القمر اقرب إلى الشمس  $\frac{1}{4}$  من بعد الأرض عن الشمس ولكن القمر  
اصغر من الأرض فيكون الاختلاف عند القمر  $\frac{7912}{216}$  اصغراً ما هو عند الأرض فاذا زدنا اختلاف  
الشمس الأفقي لسبب قرب القمر إلى الشمس وتقصاه لسبب صغر القمر لـ  
ظل القمر =  $9 \times \frac{216}{7912} \times \frac{400}{299} = 9^{\circ} 30' = 9^{\circ} 30' - 16^{\circ} 09' 34'' = 1^{\circ} 44' 16''$  وذلك لا يختلف كثيراً عن نصف قطر  
الشمس عند الأرض فمسيح أن نحسب نصف زاوية مخروط ظل القمر =  $\frac{1}{4}$  في الشمس عند الأرض  
فلنا

جيب  $16^{\circ} 09' 34'' = 0.2701$  (أي ب د) :  $\frac{1}{4}$  في : دك = ٢٤١٦٩٠





لكن ص مركز الشمس (شكل ٩٥) وي مركز الأرض وم مركز القمر فالماصة تحدث عندما يس القرب أي الشعة الخارجة المائلة سطح الأرض والبعد بين مركز الشمس ومركز القمر من الزاوية ص ي م وهي = ص ي + ا ي س + س ي م أما ص ي ا فهي نصف قطر الشمس و = ٥ وس ي م = ١ القمر = د والزاوية ا ي س من الثلث ي ا س = ي س ب - س ا ي أما ي س ب فهي اختلاف القمر الاقفي = ف وس ا ي = اختلاف الشمس الاقفي = ف فالبعد بين المراكز ا ي

$$(٥٥) \quad \text{ص ي م} = ٥ + د + ف - ف$$

أي يجمع ١/٢ الشمس والقمر مع فضلة اختلافهما الاقفي وهذا البعد يدل علو في الرسم س م شكل ٩٦ فيستعمل س ع كما تقدم (ع ٢٧) ومعطى ١٨' ٢٦" واقلة ١٥' ٢٠"

(٢٤٨) قطر القمر الظاهر أحياناً اعظم من قطر الشمس وأحياناً اصغر منه وأحياناً بعده فلو اقام ناظر على الخط الموصل بين مركز الأرض ومركز القمر ومركز الشمس فان كان قطر القمر اعظم من قطر الشمس يكون الكسوف كلياً ان كان القطران متساويان ينتهي رأس الظل الى سطح الأرض وتجب كل الشمس لحظة من الناظر المقيم على الخط المشار اليه وبالمنجنيق عن المقيمين على الخط الذي يرسمه رأس الظل على سطح الأرض وإن كان قطر القمر اصغر من قطر الشمس كما يحدث متى كان القمر في الاقتران على بعد الأبعد من الأرض فالناظر المشار اليه يرى القمر على وجه الشمس وحلقة من الشمس تحيط بالقمر كما يتضح من شكل ٩٦ وقد سُميت هذه الزاوية كسوفاً حلقياً



شكل ٩٦ كسوف حلقي

(٢٤٩) القمر يبعد عن الشمس كل ساعة نحو ٢٠ أي ٢٠٨ ميلاً من فلكه وهذه هي سرعة حركة ظل القمر على سطح الأرض فيمر على مسافة قطر الأرض في أقل من ٤ ساعات غير ان الأرض تدور على محورها وحركة السطح عند خط الاستواء ١٠٤٠ ميلاً كل ساعة أي نصف سرعة

حركة الظل وكلاهما من الغرب الى الشرق فبمر الظل على موضع عدد خط الاستواء على سرعة نحو ١٠٤ كل ساعة اذا وقع عمودياً وكل ما زاد عرض مكان زادت سرعة حركة الظل لبطوئه حركة المكان واذا وقع الظل داخل الدائرة القطبية فقد يتحرك الظل والباطر الى جهتين متقابلتين فتكون السرعة بمجموع الحركتين لا فضلتهما

المخسوف يتبدى على جانب القمر الشرقي ابداً والكسوف على جانب الشمس الشرقي (٢٥٠) الامر واضح ان رؤية كسوف تختلف باختلاف ارتفاع القمر فوق الافق اذ يخفئ بذلك قطره الظاهر فقد يكون كسوف حلقياً في اماكن ظهر فيها عند طلوع القمر وعند غرويه وكلها للامكان التي يظهر فيها الظهور وذلك لان طول الظل اطول ما يلزم للوصول الى اقرب سطح الارض اليه ولا يكفي طوله للوصول الى مركز الارض

(٢٥١) معظم الحد الكسوفي ١٨' ٢٦" كما تقدم ومعظم حد المخسوف ١٢' ٢٤" فيحدث كسوف اكثر من خسوف غير ان المخسوف ظاهر لنصف الدنيا ابداً واما الكسوف فظاهر لجزء صغير من النصف الذي نحو الشمس فيحدث المخسوف في مكان معين اكثر من الكسوف (٢٥٢) مدة دوام كسوف

معظم قطر القمر = ٢٣' ٢١"

اصغر قطر الشمس = ٢١' ٢٠"

$\Delta = ١' ٢١''$  القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الكسوف العام

معظم قطر الشمس = ٢٢' ٢٥"

اصغر قطر القمر = ٢٩' ٢٢"

$\Delta = ٣' ١٢''$  القوس التي يمر بها القمر مدة دوام الرؤية الحلقية

على عرض ٥٠°	كلي	على خط الاستواء
٢٢' ٢٦" ٥٠		٢٩' ٢٤"

٢٦' ٥٦"	رؤية حلقية	١٢' ٤٦"
---------	------------	---------

٢٦' ١٠"	ظلام	٢٧' ٥٨"
---------	------	---------

الكسوف الكلي قليل الوقوع وسوف يحدث ١٨٨٧ ١٩ آب كلي في شمالي جرمانيا وجنوبي روسيا والوسط اسيا وفي ١٨٩٦ ٩ آب كلي في كرنيلاند وسيبيريا ولاهولاند وفي ١٩٠٠ ٨ ايار كلي في مصر والبحائر واسانبا والبلاد المتحدة . وكيفية حساب كل

ذلك سيأتي منفصلاً في القسم العملي من هذا المؤلف ان شاء الله  
في سنة واحدة لا يحدث كسوف وخسوف أكثر من سبع مرات ولا أقل من مرتين فإذا حدث  
سبع مرات يحدث كسوف خمس مرات وخسوف مرتين أو كسوف أربع مرات وخسوف ثلاث  
مرات وإذا حدث مرتين فقط يكون كلاهما كسوفاً



شكل ١٧

ليكن  $ح ن ح$  (شكل ١٧) دائرة البروج و  $ن$   
عقدي فلك القمر.  $خ د ن ل ن ل ن ل$  كل واحد  
يعدل معظم الحد الكسوفي  $١٨' ٦''$  فهكون  $ل ل$   $٢٧' ٢''$   
وكذلك  $ل ل$  وعدة الاقترانات الممكن حدوثها في مرور الشمس  
على هاتين النوبتين تعادل الكسوفات الممكن حدوثها في  
سنة واحدة

معدل حركة عقدة القمر اليومي هو  $٠' ٠٥''$

" " الشمس اليومية  $٠' ٦٨٥'' +$

فحركة الشمس اليومية بالنسبة الى العقدة  $= ١' ٠٤''$

المدة بين اقتران واقتران  $٢٩٠٥٣$  يوماً

و  $٢٩٠٥٣ \times ١' ٠٤'' = ٢٠٠٧١١٣''$  معدل حركة الشمس عن العقدة في شهري بين

اقتران واقتران. اذا خُصَّ النظر عن تغير الاعتدال الربيعي في هذا الحساب لفتو تكون حركة  
العقدة عن الاعتدال الربيعي في شهر  $٢٩٠٥٣$  يوماً  $\times ٠' ٠٥'' = ١' ٦٣٤١''$  وهذه الحركات  
لا تقع احداها الاخرى بالقيمة اي لا تقاس الواحدة بالآخر ولا تقاس  $٢٦٠''$  باحداها فهكون  
بين الاعتدال الربيعي والعقدة والشمس مع القمر في الاقتران على نمادي السنين اية نسبة فُرِضَتْ في

أول السنة

افرض الشمس والقمر في الاقتران عند  $٢$  أي درجة واحدة الى شرقي  $ل$  في أول السنة فيحدث  
كسوف  $٢٧' ٢'' - ١' = ٢٦' ٢''$  وذلك أكثر من القوس التي تمر بها الشمس في شهر فعند  
الاقتران الثاني يحدث كسوف ثان بين  $ن$  و  $ل$  ثم بعد مرور ستة اشهر في الاقتران السابع تكون  
الشمس عند  $٢$  أي بعد عن  $ل$  ما يعدل  $٢٠' ٧١'' \times ٦ - ١٧٩ = ٥' ٣٦''$  فيحدث كسوف  
ثالث و  $٢٧' ٢'' - ٥' ٣٦'' = ٢١' ٤٨''$  وفي قوس أكبر ما تمر بها الشمس في شهر فيحدث كسوف  
رابع قبل مرور الشمس على  $ل$

ثم عند نهاية الشهر القمري الثاني عشر يكون موقع الشمس  $٢٠' ٧١'' \times ١٢ - ٢٦٠ = ٨' ٥٢''$

الى شرقي م<sup>٢</sup> فيحدث كسوف خامس وهو الاخير في السنة لان السنة تنتهي ١٠٨٩ ايام بعد الاقتران الثالث عشر ايام زيادة السنة على ١٢ شهراً قانوتياً

ايضاً ١٨٦٦ - ١٠ - ١٧٦ = وفي نصف شهر ايام يث اقتران واستقبال ثمر الشمس على ١٥٣٥ و ١٧٦ - ١٥٣٥ = ٢٢٥ بعد الشمس عن العقدة ن فيصير خسوف اول عند العقدة المتعاقبة ن

١. ثم يواصل الكسوف في الاقتران عند م<sup>٢</sup> كانت الشمس ١٨٦٠ - ٥٣٦ = ١٣٣٤ عن العقدة ن وبعد نصف شهر تكون ١٥٣٥ - ١٣٣٤ = ٢٠١ الى شرقي العقدة فيصير خسوف ثان ولا يلاحظ اقتران في السنة لان في الشهر التالي تكون الشمس قد بعدت عن العقدة الى خارج الحد الخسوفي

لو كان موقع الشمس في اول السنة عند م<sup>١</sup> اي ٤٢٦ الى غربي العقدة ن والقر في الاستقبال يبرهن حتماً تقدم حدوث كسوف اربع مرات وخسوف ثلاث مرات في السنة اصغر الحد الكسوفي ١٥٤٢ فتكون القوس ل<sup>١</sup> ل<sup>٢</sup> ٢٠٨٤ على اصغرهما وذلك اطول من القوس التي تمر بها الشمس بين اقتران واقتران فيحدث بالاقبل كسوف واحد بين ل<sup>١</sup> وواحد واحد بين ل<sup>١</sup> ل<sup>٢</sup> فلا بد من حدوث كسوف على الاقل مرتين كل سنة

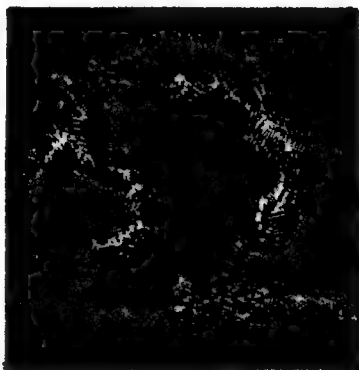
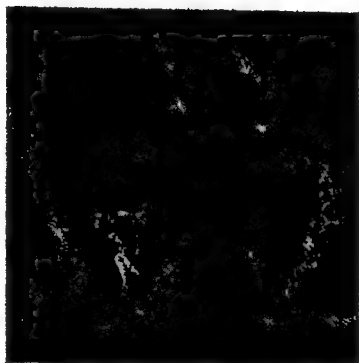
الشمس تمر في الحد الخسوفي في اقل من شهر فقد لا يحدث خسوف في سنة (١٥٣) احجاب القمر فجوياً . القر في دوراته بتوسط بينا وبيت بعض النجوم فاختفاء نجم وراء القرسي احجاباً وقد تنجب بـ بعض السيارات ايضاً الواقعة في طريقه ولا فرق بين احجاب نجم وكسوف غير ان النجوم الثابتة لا اختلاف لها ولا قطر يشعرو كثيراً ما يعتمد على الاحجاب لاستعلام الطول كما ساق في مفصل في القسم العملي ان شاء الله

(٢٥٤) بعض ظواهر الكسوف العام

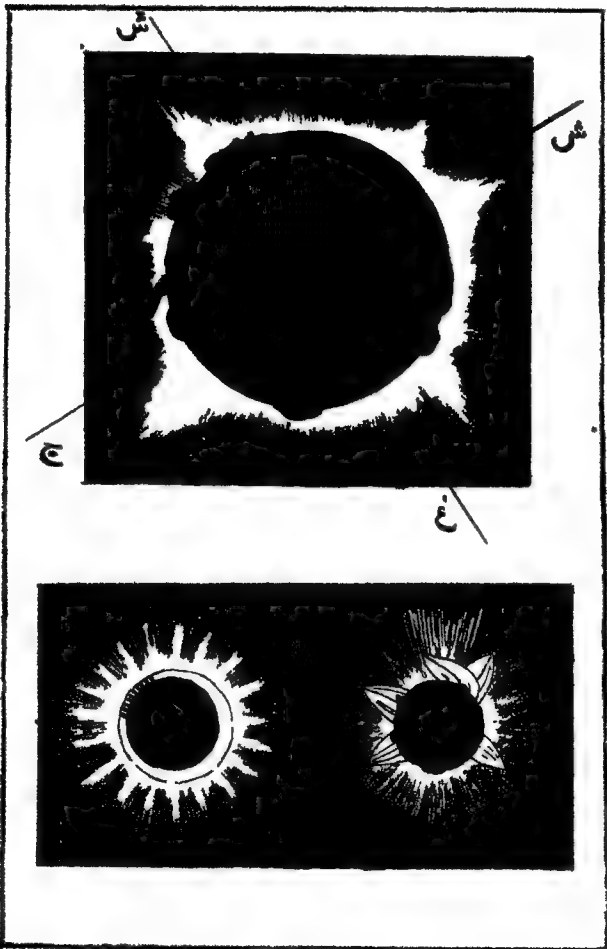
(١) الاكليل (انظر الصورة الخامسة والسادسة)

قبل احجاب نور الشمس بظل القر يتبدى يظهر حولها نور متفرق الى بعد نحو ١٢' عن حرف الشمس حدوده غير مستوية يزيد في جهة وينقص في جهة ولا يثبت على حال . واختلف علماء الهيئة في هذا المنظر هل هو شمسي او ارضي هو اتي او مركب منها ولتوضيح هذا المثلكل رصد في الكسوفات الاخيرة بكل تدقيق بواسطة الميكروسكوب والنور المتطبع والنظارات التوية تفحق انه شمسي وحالها عنه يكون انعكاس نور من مادة محيطه الشمس فوق المهدروجين على علو نحو ١٢' ولا يعلم عن تلك المادة شيء غير ان الميكروسكوب يظهر فيها خطاً في القسم الاخضر لا يوافقه خط آخر





الصورة السادسة







معروف وهو خط ١٤٧٤ على مقياس كركوف

ثم تحت المادة المذكورة هيدروجين على بعد نحو ٤' عن الشمس غرباً طبتان الطبقة العليا تحت درجة الاشتعال ثم هيدروجين حام إلى درجة الاشتعال حتى يرى في وقت الكسوف على ارتفاع ٢' ثم الكروموسفيراي الكرة الملتفة على ارتفاع نحو ١' ثم تنتهي إلى الكرة النيرة وخطوط الباريم والكحل والصوديوم وغيرها من المواد المعروفة كما تقدم

(٢) خرزيتي . عندما ينفى ظاهراً من قرص الشمس خطاً دقيقاً فقط يرى أحياناً متقطعاً على شكل خرزيتي خرزيتي امتسأ إلى السرفريسيلي أول من لاحظها وعلنها مرور النورين فروض جبال القمر وبين رؤوسها ولذلك تارة تظهر وأخرى لا تظهر أي متى وافق الخط المباشر اليه قسماً من حرف قرص القمر متساوياً أو قسماً جباله وإحاطة (انظر الصورة السادسة)

(٢) ومن رؤى الكسوف الغربية زوائد ونوأت حمراء على حافة الشمس وتُرَى على كل قسم من حرفها تارة عرضة وأخرى دقيقة وتارة عالية وأخرى وإحاطة وعلى هيئات وأشكال مختلفة كما يرى من الصورة الخامسة وارتفاع بعضها ٨٠٠٠ ميل وأحياناً يرد الرأس إلى جهة وأحياناً إلى الجهة الأخرى وأحياناً تكون متصلة بالشمس وأخرى منفصلة عنها وقد تُرى هذه اللهب بواسطة السكتر وسكوب في غير وقت الكسوف

عند حدوث كسوف تام أو تام إلى قليلاً يهبط الترمومتر وتُرَى بعض النجوم والمجرات بضطرب من غرابية حال الهواء والمجى وإذا كان الناظر مرتعاً يرى ظل القمر مقبلاً بسرعة من بعد حتى يقع عليه فيبتدئ الكسوف

عند حدوث كسوف على الأرض كان ناظر في القمر يرى نقطة مظلمة تعبر على قرص الأرض وعند خسوف تام على الأرض كان ناظر في القمر يرى نوراً أحمر ضعيفاً منكسراً عليه بواسطة هواء الأرض الكروي فتتأثر بالشمس مثل حلقة حمراء مكثرة تحيط بالأرض أسف يزداد قطر الشمس الظاهر بالانكسار نحو أربعة أمثال

الصورة الخامسة صورة نوأت رأها لوكير في ١٤ آذار سنة ١٨٦٩ ٥' ١١' و ٥' ١١' الصورة السادسة صورة الأكليل في كسوف حدث ٧ آب سنة ١٨٦٩ وكسوف حدث في ٨ تموز ١٨٤٢ وكسوف حلقي حدث ١٠ أيار سنة ١٨٢٦ فهو ترى خرزيتي

## الفصل الثامن

### في الطول والمد والجزر

(٢٥٥) من اعظم فوائد علم الهيئة الكشف عن كيفية استعمال الطول والعرض بها يُسلك البحر بالامن وتعيين مواقع اماكن على سطح الارض وقد تقدم القول بكيفية استعمال العرض فلننظر الى كيفية استعمال الطول نظرياً بالاختصار وترك تفصيل الامرات محلها في القسم العملي (٢٥٦) يُستعمل الطول بكل واسطة يُعرف بها فرق الوقت بين مكانين فيتحول الى درجات ودقائق وقد تقدم القول بذلك. اما الوقت في كل موضع فيحسب من لحظة وقوع قطر الشمس على الماخر

(٢٥٧) من اسهل الوسائل لمعرفة فرق الوقت بين مكانين ساعة محسوبة لوقت احدها ثم نُحَلَّ الى الآخر فترى ما هو الوقت هناك . مثاله لو تحسكت ساعة على وقت بيروت ثم سافرنا حتى وصلنا الى مكان وقت الظهر والوقت بالساعة المشار اليها ساعتان بعد الظهر فيكون المكان من بيروت ٢٠ الى الغرب وقد اصطبغت ساعات على غابة الدقة لا تغل أكثر من ثمانية في سنة غير انها اذا انتقلت من موقع الى موقع ربما يتغير سيرها فيتحول على عدة منها ويؤخذ معدل الوقت المدلول عليها

(٢٥٨) يُعرف الفرق بين وقت مكانين ايضاً برصد خسوف او كسوف فيها وتعيين اوقات أول الماسة وآخرها واوقات دخول اجزاء مفروضة من القمر في الظل . مثاله ان كانت أول الماسة في مكان الساعة السادسة بعد الظهر وفي آخر الساعة السابعة بعد الظهر يكون المكان الثاني الى شرقي الاول ساعة ١٥ ووجه هذا العمل شوق على صحة استعمال الوقت الموضعي . ومن هذا الباب ايضاً استعمال الطول برصد خسوف اقمار المشتري

(٢٥٩) لما كانت حدوث خسوف وكسوف واحجاب نادرًا على نوع ما فلا تصلح هذه الحوادث لاستعمال الطول في البحر حيث يقتضي معرفة كل يوم ولذلك وُضِع في المنهاج السنوي بُعد القمر عن بعض النجوم والسيارات والشمس لكل ثلاث ساعات محسوبة لما جرت كرنويج فان قسنا البعد بينها في مكاننا تحسب الوقت في كرنويج الذي فيه كان بينها ذلك البعد وتعين الوقت في مكاننا عند الرصد فيعرف فرق الوقت بين المكانين . مثاله لو قسنا البعد بين القمر وزحل مثلاً

بالسدس او نجم بالقرب منه وكان ٧٢ والوقت الساعة التاسعة مساءً ووجدنا من المنهاج ان هذا البعد بينهما يقع في كرينوج الساعة الواحدة بعد نصف الليل فيكون فرق الوقت بين المكانين ٤ ساعات فيكون الطول ٦٠ غرباً

(٢٦٠) متى قمنا البعد بين القمر وجرم آخر بالسدس حسبما تقدم يكون لنا البعد الظاهر فيقتضي اصلاحه للاختلاف والانكسار وانخفاض الافق اي لنا البعد الظاهر والمطلوب البعد الحقيقي فيقتضي لذلك ان يرصد ثلاثة انخفاض معاً واحد يقيس ارتفاع القمر فوق الافق والثاني يقيس ارتفاع النجم فوق الافق والثالث يقيس البعد بين النجم والقمر وتم الاقيسة في اللحظة الواحدة ليكن زم (شكل ٩٨) بعد القمر الظاهر عن سمت الرأس اي من الارتفاع الظاهر ولكن



شكل ٩٨

اختلاف القمر أكثر من الانكسار اي يكون مكانه الحقيقي اعلى من مكانه الظاهر اصح الارتفاع الظاهر للاختلاف والانكسار واطرح المحاصل من ٩٠ فيكون لك البعد الحقيقي عن سمت الرأس ولنفرسه زم وليكن زم من ارتفاع الشمس او النجم الظاهر ولصغر اختلاف الشمس ويكون النجم عدم الاختلاف يكون الانكسار اعظم من الاختلاف فيها فيكون المكان الحقيقي اوطا من الظاهر ولنفرسه رس وليكن

م س البعد الظاهر بينهما فن م ز رس م نستعمل الزاوية المشتركة بين المثلثين م رس م رس ثم من هذه الزاوية والضلعين م ز رس نستعمل البعد الحقيقي م س ثم من المنهاج نجد اي متى كان على هذا البعد في كرينوج فلنا من ذلك فرق الوقت بين المكانين

(٢٦١) ان هذه الطريقة كثيراً ما تستعمل في سلك البحر حيث لا يحتاج الى التدقيق الكلي ولا تصح متى قصيد التدقيق لمسه لروم الضبط الكلي في قياس البعد الظاهر بين البحر من لان خطاه دقيقة واحدة في ذلك ينتج منه خطأ دقيقتين في الوقت =  $\frac{1}{4}$  اي ٣٠ ميلاً من الطول لان القمر يهرك درجة تقريباً في كل ساعتين او دقيقة من القوس في دقيقتين من الوقت

(٢٦٢) بعد اختراع السلك البرقي اي التلغراف استُخدم لاجل استعمال فرق الوقت بين مكانين ويواستعمل ايضاً سرعة حركة المادة الكهربائية وذلك بافتاق سابق بين مكانين من جهة وقت ارسال المادة فالاختلاف بين لحظة ارسالها ولحظة وصولها يدل على مدة مرورها وبذلك قد وجد ان المادة الكهربائية تهرك ١٦٠٠٠ ميل كل ثانية

اذا سافر احد غرباً بطول يومه ساعة لكل ١٥ ويطول ٤ لكل درجة واذا سافر شرقاً ينقص يومه على هذا النسق تماماً فاذا تقدم غرباً الى ان يعود الى المكان الذي انطلق منه يكسب

يوماً كاملاً أي خامس الشهر مثلاً يكون عند المربع ستة والثلاثون في المكان يكون عند الاثنين والعكس إذا سافر شرقاً فإيلاً التي المسافر أربع بقدر الدوران الكامل يختلف وقتها يومين

### في المد والجزر

(٢٦٢) المد هو ارتفاع ماء البحر نحو البحر وهو موطئ وذلك يحدث في أوقات معينة متساوية ويحدثان في وقت واحد في الجهات المتقابلة من الأرض أي متى كان معظم المد في مكان يكون كذلك في الجهة المتقابلة من الأرض ويكون معظم الجزر على نصف البعد منها وبين مد ومد ١٢٥° أي أن حبساً مداً واحداً دار حول الكرة يرجع إلى حيث انتقل منه ٥٠° بعد الساعة التي فيها كان هنالك قبل وجه الحركة تساوي حركة القمر اليومية تقريباً لأن اليوم القمري أي دوران القمر من المخرج للمخرج الخارج = ٢٥٠٣٤ )

معدل ارتفاع المد في الكرة كلها =  $\frac{1}{2}$  قدم تقريباً غير أنه لأسباب مكانية يرتفع في بعض الأماكن ٦٠ أو ٧٠ قدراً في بعض الأحيان بشعير أو أصلاً كما في البحار والجزيرات الخاطلة بالبحر كجزر بن ومحران والجزر الباسط ١

(٢٦٤) حلة المد والجزر في عدم تساوي جاذبية القمر والشمس في اجزاء مختلفة من الأرض فالصف التي نحو القمر يجذب أكثر من النصف المتقابل والماء على الجانب الأقرب يطغى تلك الجاذبية ويرتفع إلى ذلك الجانب والماء على الجانب الأبعد يجذب أقل من الاجزاء المجاورة نحو فكانت تلك الاجزاء تسبق الماء ساقطة إلى نحو القمر فيرتفع الماء في ذلك الجانب أيضاً

(٢٦٥) الجزر الأعلى من الماء ممتلئ موج المد ولولا بعض الموانع لكان هذا الموج تحت القمر هنا تامة حول الكرة أما الماء فليسب السكون لا يطغى الجاذبية حالاً وحركة الماء على قعر البحر وعلى السطوح تعين أيضاً على تأخير تأثير الجاذبية فيه ولذلك لا يحدث المد في مكان حتى بعد مرور القمر على ما جرى بعض الساعات ويختلف الوقت باختلاف الأماكن وأسبابها الموضوعة

(٢٦٦) معدل بعد الشمس عن الأرض هو ٢٧٣٠٢٢ مرة بعد القمر عن الأرض وبذلك ثقل جاذبيتها (٢٧٣٠٢٢) أي ١٤٩٢٧٥ مرة غير أن مادة الشمس أكثر من مادة القمر على نسبة ٢٥١٨٠٨٠٠ وذلك أكثر بكثير من نسبة ١٤٩٢٧٥ : ٢٥١٨٠٨٠٠ فكان يُظن أن جاذبية الشمس تفوق جاذبية القمر على نسبة ٢٥١٨٠٨٠٠ : ١٤٩٢٧٥ والامر ليس كذلك لأن معدل بعد الشمس عن الأرض هو ١١٥٢٧ مرة قطر الأرض والفرق بين بعد ما عن جانب واحد من الأرض وعن الجانب المتقابل =  $\frac{1}{11537}$  من البعد كله والمد حاصل من عدم تساوي الجاذبية على جانبي الأرض

وكل ما زاد الخفاوت منها زاد المذبح والظلمة. أما القمر فيبعد ٢٠ مرة قطر الارض والقمر  
بين بعض عن جانب وبعض عن الجانب المقابل  $\frac{1}{10}$  من البعد كذا. فالقمر الذي غلبه بتوقف  
ارتفاع موج المذبح اعظم باعتبار القربا هو باعتبار الشمس على نسبة ٥٨ : ٢٣ : ١٠ لو لم يزد ١٠. فبالذ إذا  
نوعان شمسي وقمري

(٢٦٧) متى كان الشمس والقمر مقترنين أو متقابلين تعمل جاذبيتهما على خط واحد وعند  
التريعين يكون خط جاذبية القمر عمودا على خط جاذبية الشمس ولذلك يكون اعظم المذبح عند  
الاقتربان والاستقبال أي كل شهر مرتين ولا يحدث ذلك في نفس وقت الاقتران والاستقبال بل  
بعدها ٢٦ ساعة للاسباب المذكورة سابقا

(٢٦٨) فعل الشمس والقمر في المذبح بالقلب ككسب البعد وتغير بعد الشمس فلما يؤثر  
في فعلها في المذبح تلتو بالنسبة الى بعدها ولكن تغير بعد القمر تاتر كلي في فعلها بالمذبح فدرى المذبح  
الحادث متى كان القمر في الاوج اعظم ما يحدث وهو في الخفض فلان اتفق وقوعه في  
الاوج عند الاقتران والاستقبال يحدث مذبحا عال جدا وان حدث ذلك عند الاعتدال يحدث  
على امتداد السنة



شكل ٩٩

(٢٦٩) ثم ان ميل القمر والشمس يؤثر كثيرا في المذبح متى كان القمر على خط الاستواء يكون  
اعلى المذبح هناك وفي الجهة المتعاقبة ويكون اقصر جذر عند القطبين ما دام القمر على خط الاستواء  
(شكل ٩٩) فموضع عدد ٢ أو ٣ يكون اعظم مذبح ٢ وت ٢ ومتى كان القمر في ميله اعظم  
على جانب ٢ وت من خط الاستواء يكون عند ٢ أو ٣ معظم المذبح ٢ متى كان القمر فوق  
الاتقى واقصر الجوز ٢ متى كان تحته وبالعكس متى كان ميله على الجانب الآخر من خط الاستواء  
(٢٧٠) المذبح والجزر في خليجان واخوار وانهار لا يحصلان من جاذبية القمر على ماها تنسها

بل من امواج تتوزع من موج المذبح الكبير المشار اليه سابقا وتسمى منافعها والاول تسمى اصليا  
(٢٧١) ان سرعة حركة تلك الامواج تختلف باختلاف المنطوط والعمق وجهة الجري وعرضه  
مثلا ان كان ٢ و ٣ و ٤ (شكل ١٠٠) المرجح الكبير الاصلي مارا الى الغرب ٢ و ٤ و ٥

الخ الأمواج الفرعة صاعدة في خليج او بحر قتراما نمرع في الوسط وتناخر عند الشطوط وعند  
البحر ينحس الجري وعندما يفتي الموج الكبير ماء بهر عظيم عند مصبو يرتفع الماء مثل حائط يرتفع  
ويحصل من ذلك أحيانا خطر جريل للمفن كما يحدث



شكل ١٠٠

عند مصب بهر امازون وبهر الكنك وبهرها ومنى انقست  
الريج وموج المد يرتفع أكثر ما كان لولا ذلك

(٢٧٢) أعلى المد يرى في خليج فوندي في اسكوتسيا

المجد يك حيث يرتفع أحيانا ٧٠ قدما وكذلك في مصب بهر

سفرن بقرب مدينة برستول حيث يرتفع ٧٠ قدما أحيانا

ويُعلل عن زيادة ارتفاع المد في خليج فوندي بالتقاء

الموج الكبير البحري شمالا من الاوتمانس الجنوبي بالموج

البحري جنوبا من الاوتمانس الشمالي

اما المهورات والبحر الهائلة بالبرفليس لما مد وجرو يشعروا

(٢٧٣) فن الامور العامة المتعلقة بالمد والبحر هذه السبعة

(١) في يوم توليد القمر يقطع القمر والنس الماجرة معا اي الظهر وبعد مرورها بالماجرة مد

تختلف باختلاف الاماكن وناجة في مكان مفروض انما يبلغ المد معطلة وبعد ما يبلغ معطلة باخذ

بالبحر وينتهي الى معظم البحر بعد ١٢ ساعة ثم يرتفع ايضا ١٢ ساعة فيبلغ معطلة ثانية ثم يهبط ١٢ ساعة

ثم بعد ١٢ ساعة اي يبلغ معظم الارتفاع مرتين كل ٢٤ ساعة و٤٨ وكذلك معظم هبوط مرتين في

٤٨ ساعة فيسوي يوما متينيا

(٢) يوم البدر يقطع القمر الماجرة بعد الشمس ١٢ ساعة في نصف الليل فمصدر المد والبحر كما

تقدم

(٣) الوقت يتبع حركة الشمس اليومية الظاهرة والمد الشمسي يحدث في مكان مفروض في

ساعة واحدة انما المد القمري وهو الاكبر ولذلك يؤثر في كل رؤية المد والبحر فمتاخر كل يوم

٤٨ ساعة فينفصل عن المد الشمسي شرقا متاخرًا وعند التربع الاول والثالث يحدث المد

القمري عند البحر الشمسي فارتيقار المد وانخفاض البحر هو فصلة المد الشمسي والقمري فيحصل ما سمي

المد القاصر

(٤) ارتفاع المد عن مساواة الماء وقت البحر سمي شوط المد

(٥) مد الربيع الحاد ٢٦ بعد الاقتران والاستقبال اعظم من غيره شوطا

(١) إقصير المذ هو الحادث ٣٦ ساعة بعد وقوع القمر في التربع  
 (٢) المدة بين الظهر ومعظم المذ هي في يوم التوليد ويوم الهدر وتلك المدة سميت قانون المرفل  
 ان سرعة موج المذ مختلفة فلو غطى الماء كل سطح الارض على حيز سوى كانت المرة نحو  
 ١٠٠٠ ميل ونيف كل ساعة اي  $٢٤٨ + ٣٦١٤١٥ \times ٧٢٦$  ولا يبلغ هذه المرة في مكان على  
 الشاطئ مغرارة قد يبلغها في الاوقيانس الجنوبي

في عرض ٦٠ جنوبي سرعة	٦٧٠ ميلاً
في الاوقيانس الاثلاثيني	٧٠٠ ميل
بين الجزائر الغربية وايرلندا	" ٥٠٠
وفي بعد الحال ١٦٠ وفي البض ٦٠ وفي البض ٣٠ ميلاً في الساعة	

## الفصل التاسع

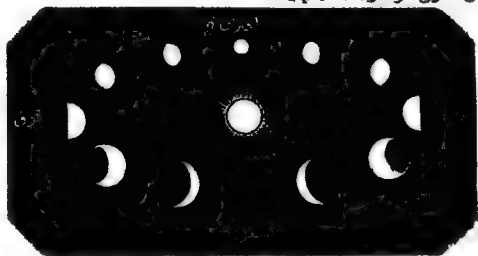
### في السيارات مطلقاً وفي السيارات السفلى خاصة

(٢٧٤) السيارات اجرام مظلة تعتمد نورها من الشمس وتدور حولها على مسافات مختلفة في  
 مذات مختلفة وبينها تفاوت عظيم جرماً وكثافة وسميت سيارات لا تتقاربا من موضع الى موضع في  
 القبة السماوية فتتغير مواقعها بين النجوم منها بمرعة ومنها بطول خلافاً للتيور القوايت التي لا تتغير  
 مواقعها بنسبة بعضها الى بعض الا بعد اقتران كثيرة وقد انقسمت السيارات الى قسمين وهما السيارات  
 السفلى والسيارات العليا اما السفلى فهي التي افلاكها داخل فلك الارض وهي ثلاثة فلكان وعطارد  
 والزهرة واما العليا فهي التي افلاكها خارج فلك الارض وهي خمسة المربخ والمشتري وزحل  
 ولورانوس ونبتون نجمة السيارات الكبار مع الارض تسعة وبين فلك المربخ وفلك المشتري اجرام كثيرة  
 صغيرة تدور حول الشمس ايضاً كل واحد في فلكه سميت الشهباء بالسيارات وسميت ايضاً  
 النيازات وقد انكشف منها ١٢٥ جرماً وهي تحت زيادة لان عددها الحقيقي غير معروف

ولبعض السيارات اقمار تدور حولها وتدور معها حول الشمس فللارض قمر واحد والمشتري اربعة  
 اقمار وزحل ثمانية ولورانوس اربعة على الاصح ولنبتون قمر نجمة الاقمار ١٨ قراً فكل هذه الاجرام اي  
 $٢٧ = ١٨ + ٩$  جرماً معروفاً مع النيازات المعروفة الى الآن  $١٢٢ = ٢٧ + ٩٥$  مع الشمس



يتألف منها ما سمي في عرف علماء الهيئة النظام الشمسي  
 وكل هذه الاجرام تتحرك من الغرب الى الشرق في دوراتها حول الشمس الاقمار اورانوس  
 ونبتون . اما النجوم المعروفة فتتحرك من الغرب الى الشرق ايضا غير ان سطوح افلاكها مائلة على  
 سطح دائرة البروج اكثر من سطوح افلاك السيارات الكبار فقد بلغ ميل فلك بعضها على سطح دائرة  
 البروج ٢٤ فلذلك الحركة من الغرب الى الشرق بين البروج في الغالبية سميت حركة مستقيمة  
 والحركة من الشرق الى الغرب سميت متعكفة  
 اما الناظر الى هذه الاجرام من الشمس فوراها جميعا تدور من الغرب الى الشرق بين البروج  
 ابدا خلاف الناظر اليها من الارض فانه يراها تارة تتقدم بين البروج من الغرب الى الشرق واخرى  
 تتقهقر من الشرق نحو الغرب كما سيأتي بيانه



شكل ١٠١

اما السيارات السفلى فلا تسمى الا الى جهة الشمس والعلوية تسمى تارة الى جهة الشمس واخرى  
 في الجهة المتعكفة من السماء فالسيارات الاعلى اقتران د واستقبال ه اما السيارات السفلى فله اقتران  
 فقط فتمت لك ان كانت الارض على جانب واحد من الشمس والسيارات على الجانب المقابل منها قبل ان يفي  
 الاقتران الاعلى فتمت كان بين الارض والشمس قبل ان يفي الاقتران اسفل وبعد عن الشمس شرقا او  
 غربا اني الزاوية المعتادة بين خط من مركز الارض الى مركز الشمس واخرى الى مركز السيارة سميت  
 تباينة فتمت كان الى شرف الشمس بنسب بعدها فيكون نجم الغروب متى كان الى غربها يشرق قبلها  
 فيكون نجم الصبح متى كان في الاقتران الاعلى يكون كل وجهه المنور نحو الارض فيكون بدرًا ومتى  
 كان في الاقتران الاسفل يكون هلا ولا وكل ذلك يتضح من شكل ١٠١

السيارات اسفل بين معظم تباينها شرقًا ومعظم تباينها غربًا تتحرك حركة متعكفة مارة على الاقتران  
 الاسفل وبين معظم تباينها غربًا ومعظم تباينها شرقًا تتحرك حركة مستقيمة مارة على الاقتران الاعلى

ومنى توسط بين الارض والشمس تماماً يقع ظلّه على سطح الشمس فترى نقطة سوداء تعبر على قرص الشمس وهذه الرؤيه سميت عبوراً

ومن الامور التي ننفكر فيها كل السيارات

(١) تدور حول الشمس الى جهة واحدة اي من الغرب الى الشرق اي الى عكس حركة عقرب الساعة لناظر على الجانب الشمالي من دائرة البروج

(٢) افلاكها هليجات غير انها لا تختلف كثيراً عن دوائر

(٣) افلاكها مائلة على دائرة البروج وتقطعها في نقطتين متقابلتين سميتا العقد بن ونصف

فلك السيارة الى شامي فلك الارض والنصف الآخر الى جنوبي

(٤) هي اجرام مظلمة ترى بواسطة نور الشمس المنعكس منها اليها

(٥) تدور على محاورها مثل الارض كما يعلم في اكثرها بالرصد ويقاس المجهول على المعروف

فلها تماثبات الليل والنهار فخران ايامها تختلف عن ايامنا طولاً

(٦) على موجب قواعد المجاذبية حركتها اسرع في الاقسام من الافلاك الاقرب الى الشمس

وابطا في الاقسام البعيدة عن الشمس اي اسرع عند نقطة الراس وابطا عند نقطة الذنب

وكل السيارات خاضعة لقواعد كبلراي

(١) تدور في هليجات والشمس في احد القطرين

(٢) القطر المحامل يمر على مساحات متساوية في اوقات متساوية

(٣) مربعات المذات تناسب كموب معدّل الابعاد اي اذا انقسمت مربعات المذات على

كموب معدّل الابعاد يكون المخرولج متساوية كما يرى من هذه القائمة والفرق بين الكميات في

العمود الرابع هو من خطأ في الرصد وقد تركت فيها الفاصلة المائلة على الكسور العشرية

سيار	معدل بعد $\alpha$	مذات $p$	$\frac{p}{\alpha^2}$
فلكان	٠.١٤٣	١٩'٧	١٢٣٧١٦
عطارد	٠.٢٨٧١٠	٨٧'٩٦٩	١٢٣٤٢١
الزهرة	٠.٧٢٣٢٣	٢٢٤'٧٠١	١٢٣٤١٣
الارض	١.٠٠٠٠٠	٣٦٥'٢٥٦	١٢٣٤٠٨
المريخ	١.٥٢٣٦٩	٦٨٦'٩٧٩	١٢٣٤١٠
سبوس	٢.٧٧٦٩٢	١٦٧٩'٨٥٥	١٢٣٢١٠
المشتري	٥.٢٠٢٧٧	٤٢٣٢'٥٨٥	١٢٣٢١٤

سيار	معدل معد $a$	مئات $p$	$\frac{p}{a}$
زحل	٩٥٣٨٧٨	١٠٧٥٩٢٢٠	١٢٢٤٠١
اورانوس	١٩١٨٢٢٩	٢٠٦٨٦٨٢١	١٢٢٤٢٢
نبتون	٢٠٠٠٢٦٨٠	٦٠١٢٦٧١٠	١٢٢٤٠٥

وهذه القاعدة تصح ايضا في الاجار كاترى من قوائمها هذه

قائمة اقمار زحل

مياس	$a$	$p$	$\frac{p}{a}$
انكولادس	٢٢٢٦	٩٤	٢٢٧٦٢
فيس	٤٢١	١٢٧	٢٢٤٤٢
ديوني	٥٢٤	١٨٨	٢٢٢١١
رهبيا	٦٨٤	٢٧٢	٢٢٢٨٩
ميتان	٩٥٥	٤٥١	٢٢٢٥٢
هيريون	٢٢١٤	١٥٩٤	٢٢٤١٢
بايبتوس	٢٨٠٠	٢١٢٩	٢٠٦٤٨
	٦٤٢٦	٧٩٢٢	٢٢٦٠٦

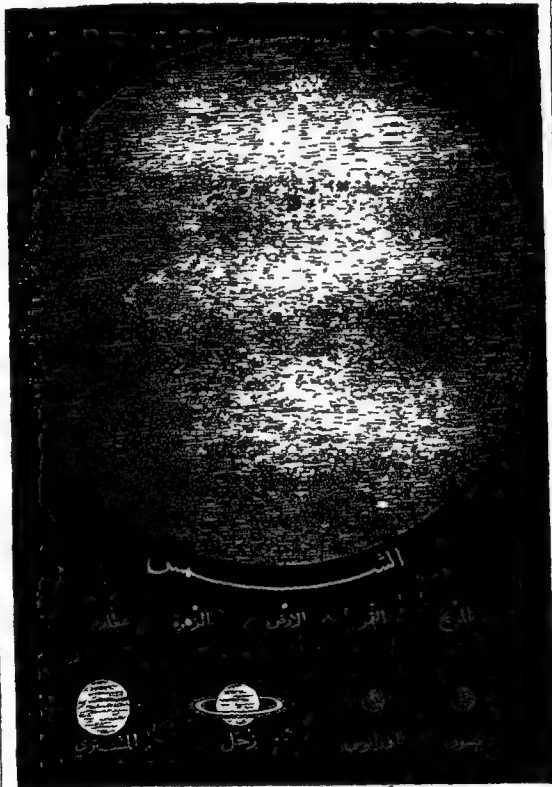
اقمار المشتري

	$a$	$p$	$\frac{p}{a}$
١	٢٠٠	١٧	١٤١٤٧
٢	٩٦٢	٢٥٥	١٤١٥٦
٣	١٥٢٥	٧١٥	١٤١٢٥
٤	٢٦٩٩	١٦٦٩	١٤١٦٨

اقمار اورانوس

	$a$	$p$	$\frac{p}{a}$
١	٧٤٤	٢٥٢	١٥٤٢٠
٢	١٠٢٧	٤١٤	١٥٢٧٠
٣	١٧٠١	٨٧١	١٥٤١٤
٤	٢٢٧٥	١٢٤٦	١٥٢٨٧

اما نسبة السيارات بعضها الى بعض جرمًا فمعين على تصورهما ما قبل في ذلك في آخر الحدود (انظر صفحة ١٢)



شكل ١٢ - اقدار الشمس والسيارات وامامها النسبة

قد اشهر نود من رلين في سنة ١٧٧٨ قاعدة كنهها نيبوس من وقهرج وقد اطلق عليها قانون

بود انحصاراً للذي اشهر أولاً وهو هنا

خذ السلسلة الهندسية

٠ ٢ ٦ ١٢ ٢٤ ٤٨ ٩٦ ١٩٢ ٣٨٤

اضف الى كل عدد ٤ واقسم على ١٠ فتصير

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠ ١٩٦ ٣٨٤

فهذه الاعداد تدل على ابعاد السيارات عن الشمس بالقرب اي امثال نصف قطر فلك الارض في بعد كل سيار كما يرى من هذه القائمة

سيار	بعد عن الشمس	بعد حسب قانون بود
عطارد	٣٨٢	٤ او ٤٠٠
الزهره	٧٢٢	٧ " ٧٠٠
الارض	١٠٠٠	١٠ " ١٠٠٠
المريخ	١٥٢٢	١٦ " ١٦٠
سيرس	٢٧٦٦	٢٨ " ٢٨٠
المشتري	٥٢٠٢	٥٢ " ٥٢٠
زحل	٩٥٢٩	١٠٠ " ١٠٠٠
اورانوس	١٩١٨٢	١٩٦ " ١٩٦٠
نبتون	٣٠٠٢٧	٣٨٤ " ٣٨٤٠

ولما اشهر بود هذا القانون لم يكن قد انكشف احد النجوم واذ لاحظ الخلاء بين ١٦ و ٥٢ انما يكشف سيار في المسافة بين المريخ والمشتري . معظم الخلل في هذا القانون هو في بعد نبتون كما ترى من القائمة ولعل ذلك من خلل في رصد السيار وخلاصة هذا القانون هو ان المسافة بين سيارين في مضاعف المسافة بين المتواليين الاسفلين ونصف المسافة بين المتواليين الاعلىين

فقد انقسمت السيارات بحلقة النجوم الى قسمين الاول القسم الداخلي اي عطارد والزهره والارض والمريخ والثاني القسم الخارجي اي المشتري وزحل ولورانوس ونبتون ومن اوجه الاختلاف بين القسمين هذه الثلاثة

(١) سيارات القسم الاول لا افارها ما عنا الارض ولكل من سيارات القسم الثاني افار

(٢) نسبة معدل كثافة القسم الاول الى كثافة القسم الثاني :: ١ : ٥ تقريباً

(٢) معادل طول يوم القسم الأول اي مدة دوران هذه الميارات على محاورها اطول من يوم القسم الثاني فمعادل يوم القسم الأول ٢٢ ٥٩ ٤٥ ومعادل يوم القسم الثاني ٩ ٥٨ ٣٠

اسم	مادة	كثافة	ثقل نوعي
☉ الشمس	٢٥٤٠٠٠	٠.٣٥	١.٤
♂ عطارد	٠.١٣	٣٧٨	١١.٠
♀ الزهرة	٠.٨٨	٠.٩٧	٥.٣
⊕ الارض	١.٠٠	١.٠٠	٥.٥
♂ المريخ	٠.١٣	٠.٧٣	٢.٩
♂ المشتري	٢٣٨.٠٣	٠.٣٤	١.٣
♂ زحل	١٠١.٠٦	٠.١٣	٠.٧
♂ اورانوس	١٤.٧٩	٠.١٥	٠.٨
♂ نبتون	٢٤.٦٥	٠.٣٧	١.٥

## انقطاع الشمس والميارات وجرمها

☉ الشمس	قطر	قطر ظاهر	جسم
٨٥٣٥٨٤	٣٣		١٢٤٥١٢٠
♂ عطارد	٣٩٥٠	٠.٨	$\frac{1}{19}$
♀ الزهرة	٧٨٠٠	٠.١٧	$\frac{3}{10}$
⊕ الارض	٧٩١٣		١
♂ المريخ	٤٥٠٠	٠.٦	$\frac{1}{6}$
♂ المشتري	٨٩٠٠٠	٠.٣٧	١٤٠٠
♂ زحل	٧٩٠٠٠	٠.١٦	١٠٠٠
♂ اورانوس	٢٥٠٠٠	٠.٤	٨٦
♂ نبتون	٢١٠٠٠	٠.٣	٦٠

فُوتى من هذه القائمة ان نسبة

قطر المشتري	:	قطر الارض	:	١١	:	١	تقريبا
" زحل	:	" الزهرة	:	١٠	:	١	"
" اورانوس	:	" المريخ	:	٨	:	١	"

قطر نبتون	:	قطر عطارد	"	١٠	:	انقرضاً
المجموع	:	المجموع	::	١٠	:	١
الشمس	:	المشتري	"	١٠٠٠	:	١
الشمس	:	الكل	"	٧٠٠	:	١

ومن الامور الاتفاقية المتبعة الاعتبار في هذه الاجرام

(١) ان اذا ضرب قطر الارض (٧٩١٣ ميلاً) في ٠.٨ = ٨٠٤٤٩٦ =  $\pm$  قطر الشمس اميلاً

(٢) اذا ضرب قطر الشمس (٨٥٢٥٨٤)  $\times$  ١.٨ = ١٥٣٤٧٢ =  $\pm$  معدل بعد

الارض عن الشمس

(٣) اذا ضرب قطر القمر (٢١٦٠ ميلاً)  $\times$  ١.٨ = ٣٨٨٨٠ =  $\pm$  معدل بعد القمر

عن الارض

## بعد السمات عن الشمس

اسم	معظم	اقرب	معدل
عطارد	٤٢٦٦٥٥٦٠	٢٨١١٩٧١٦	٣٥٢٩٢٦٣٨
الزهرة	٦٦٥٨٥٩٤٧	٦٥٦٧٧٠٠٩	٦٦١٢١٤٧٨
الارض	٩٢٩٦٥٤٨٩	٨٩٨٩٤٩٥١	٩١٤٣٠٢٢٠
المريخ	١٥٢٢٨٣٩٩٦	١٢٦٣٤٠٥١٦	١٤٩٩١٢٢٢٦
القيماط			٢٤٥٠٠٠٠٠٠
المشتري	٤٩٨٦٠٣٧٦٨	٤٥٢٧٨٣٥٣٠	٤٧٥٦٩٣١٤٩
زحل	٩٢١١٠٥٠٢٧	٨٢٢١٦٤١٣٩	٨٧٢١٣٤٥٨٣
اورانوس	١٨٣٥٧٠٠٨٢٥	١٦٧٣٠٠١٢٧٩	١٧٥٣٨٥١٠٥٢
نبتون	٢٧٧٠٢١٧٣٤٤	٢٧٢٢٣٢٥١٢٠	٢٦٤٦٢٧٢٢٣٢

## دوران السمات النجمي والوحي

اسم	دوران نجمي اشهرًا	دوران نجمي ايامًا	حركة يومية معدل	دوران على المحور
عطارد	٣ اشهر	٨٧ <sup>٢</sup> ٩٦٩	٥' ٢٣" ٦	٢٤ <sup>٢</sup> ٩١ ساعة
الزهرة	٧ <sup>١</sup> / <sub>٢</sub> "	٢٢٤ <sup>٢</sup> ٧٠١	٢٦' ٧"	٢٣ <sup>٢</sup> ٣٥ "
الارض	١ سنة	٣٦٥ <sup>٢</sup> ٢٥٦	٥٩' ٨"	٢٤ <sup>٢</sup> ٠٠ "
المريخ	٢ "	٦٨٦ <sup>٢</sup> ٩٨٠	٢١' ٢٦"	٢٤ <sup>٢</sup> ٦٦ "

اسم	دوران فنجي اشهرًا	دوران فنجي ايامًا	حركة يومية معدل	دوران على المحور
النقيبات $\frac{4}{1}$	"	"	"	"
المثنوي ١٢	"	٤٢٣٢' ٥٨٥	٠' ٤' ٥٩	٢' ٩٢ ساعة
زحل ٢٩	"	١٠٧٥٩' ٢٢٠	٠' ٢' ٠٥	" ١٠' ٤٨
اورانوس ٨٤	"	٩٠٦٨٦' ٨٢١	٠' ٠' ٤٢	"
نبتون ١٦٤	"	٦٠١٢٦' ٧١٠	٠' ٠' ٢١	"

## فُلْكَان

(٢٧٥) منذ نحو ١٥ سنة كان لافريير في اصطلاح زيج لعطارد فوجد خطأ في حركة نقطة الرأس المحسوبة له قبل وزعم ان ذلك الخطأ لا يُعْلَل عنه الا بان جرم الزهرة هو  $\frac{1}{11}$  اكبر من الحجم المحسوب لما او بوجود سيار فلكه داخل فلك عطارد منه اضطراب حركات عطارد واطن فكره هنا في خريف سنة ١٨٥٩ ولما اشهر هذا الرأي تقدم طبيب من مقاطعة ايورولوار في فرنسا اسمه لسكار بولت وقال انه في تلك السنة نفسها في ٢٦ اذار راي جرماً يمر على قرص الشمس زعم انه سيار ولكنه لم يجلس على اشهار ما رآه حتى برأه ثانية واخبر عن كيفية ظروف نظره اياه فزاره لافريير وقرره واقنع بانه قد شاهد مرور سيار على قرص الشمس ومن رصد لسكار بولت حسب لافريير مبادئ السيار بالتقريب

طول المدة الصاعدة	١٢' ١٥
ميل فلكه	١٢' ١٠
نصف المحور الاطول $(1 = \odot)$	١٤٣' ٠
حركة يومية شمسية	١٨' ١٦
مدة دوران حول الشمس	١٩' ٦٧
معدل بعد عن الشمس	٨٣٠٠٠' ١٢ ميل
قطر الشمس الظاهر منه	٣' ٢٦
معظم تباينه	٨'

وفي ٢٠ اذار سنة ١٨٦٢ كان المعلم لومس في منشستر يرصد الشمس بين الساعة ٨ و٩ صباحاً فرأى نقطة مستديرة سريعة الحركة تمر على قرص الشمس ووجه نظره واحد من اصحابها اليها وبعد ما رصدها نحو ٢٠ دقيقة التزم ان يترك الرصد ولكنه لم يشك في كون تلك النقطة سياراً قطره



الظاهر نحو ٧ وفي ٢٠ مر على نحو ١٢ من القوس ومن هذا الرصد حسب مبادئ فالس ورادو

فالس	رادو	
٢ ٥٢		طول العقدة الصاعدة
١٠ ٢١		ميل فلكه
١٢٢ ٠	١٤٤ ٠	طول المحور الأطول (1-⊕)
٢٠ ٢٢	١٨ ٥	حركة يومية شمسية
١٧ ١٢	١٩ ٢٢	من
١٢٠٧٦٠٠٠	١٢١٧٤٠٠٠	معدل البعد عن الشمس

من طول العقدة الشمسي نرى ان عبوره اذا حدث يحدث بين ٢٥ اذار و ١٠ نيسان عند العقدة النازلة وبين ٢٧ ايلول و ١٤ تشرين الأول عند العقدة الصاعدة وقد شوهدت في تلك الاوقات نقطة سوداء تمر على قرص الشمس مراراً كثيرة

### عطارد \*

(٢٧٦) <sup>معدل</sup> بعدك من الشمس ٢٥٢٩٢٠٠٠ ميل ويبعد دورانه حول الشمس ٢ اشهر اي ٨٧ ٢٢ ١٥ ٤٢ ٩١ ١٥ وقطر ٢٩٦٢ ميلاً. دورانه على عبوره في ٢٤ ٢٤ ٢٠ ٥ ٢٠ وقطره النوري ١١ ٠ ومباينة فلكه = ٢٠٥ ٠ فيكون معظم بعدك عن الشمس ٤٢٦٦٥٠٠٠ ميل واقربه اليها ٢٨١١٩٠٠٠ ميل وقطر الظاهر عند الاقتران الاعلى ٤ ٥ ٠ وعند الاقتران الاسفل ١٢ ٩ ٠ وعند معظم تباين نحو ٧ ٠ وفضيلة قطره الظلي والاستوائي ١ ١ ٠ وميل فلكه على دائرة البروج ٧ ٠

(٢٧٧) ان هذا السيار ككوكب فلكه داخل فلك الارض يظهر ابداً الى جهة الشمس ولا يبعد عن الشمس اكثر من ٢٨ ٤٨ ٠ وبسبب مباينة فلكه يختلف معظم تباين بين ٢٨ ٤٨ ٠ و ١٢ ١٦ ٠ فيظهر في جهة الغرب بعد الغروب قليلاً او في الشرق قبل الفروق قليلاً وفي الجهات الشمالية والجنوبية حيث يطول الفسق فلما يرى عطارد بالنظر المجرد ولا يرى ابداً الا متى كان بقرب معظم تباين ويرى بالنظارة ولو كان بقرب الشمس

ليكن (شكل ١٠٢) الارض ولنفرضها نائجة في موضعها قليلاً ولكن اس ب د فلك عطارد وش الشمس وب ش آ القوايت فترى الشمس عند ش بين القوايت ومتى كان عطارد عند ب يرسه عند ب وفي مرونه من ب الى د وا يظهر كانه مر من ب الى آ ثم عند ا فلا

سائر نحو الارض يظهر كانه ثابت مدة عند ا وفي مرور من ا الى ب يظهر كانه مر من ا الى ب اي على حركة متقهرة وعند ب يثبت قليلاً لانه سائر عن الارض ويكون الشمس عند ش برط عليها السيار بجركته المستقيمة والمتقهرة ومتى كان عند س فهو في الاقتران الاسفل (اي متى كان السيار بين الشمس والارض وعند د الاقتران الاعلى اي متى كان في الجهة المتقابلة من فلكه والشمس بينه وبين الارض) ومتى كان عند ب او ا قيل انه في معظم تباين ومتى كان في الاقتران الاعلى فحركته مستقيمة ومتى كان في الاسفل فحركته متقهرة ولو كانت الارض ساكنة حسب



شكل ١٠٢

ما فرضنا لان السيار ثابتاً مدة عند تباين الاعظم (٢٧٨) ونفترض ان هذه الحركات بركة الارض في فلكها الى نفس جهة حركة عطارد اي من الغرب الى الشرق كما يتضح من شكل ١٠٤ وعطارد يدور نحو اربع مرات حول الشمس بينما تدور الارض مرة واحدة حولها فمن ذلك تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصّر قوس الحركة المتقهرة



شكل ١٠٤

الظاهرة . فلنفرض الارض عند ا وعطارد عند ف فيرى بين التجميد عند ل ويخايم الارض الى ب يمر عطارد على الاقتران الاسفل ويصل الى غ ويظهر عند م فكأنه تهنر من ل الى م . ويخا

تمر الأرض الى س يكون عطارد قد مر في القوس غ ك ح فيكون في الاقتران الاعلى عدد ن  
وبينا تمر الأرض الى د يدور عطارد من ح الى ف الى غ فيقتدم بين النجوم الى ر ثم بينا تمر الأرض  
الى ي يمر عطارد من غ الى ك فيظهر كأنه تحرك من ر الى ق ثم يأخذ بالتقدم ايضا ولم جراً  
اسه بحركة الأرض تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصر قوس الحركة المنعرجة وقوس التقعر  
تغير بين ٩' ٢٢' و ١٥' ٤٤'

(٢٧٩) لو كانت الأرض ثابتة كما فرض شكل ١٠٢ لظهر السيار ثابتاً وهو عند ا وب حيث  
يأتي دائرة ماسان من الأرض ولكن حركة الأرض تقرب نقطة الثبات نحو الاقتران الاسفل  
قليلاً. لانه لا يظهر ثابتاً الا اذا عدلت حركة الأرض بحركة السيار المنعكبة وذلك النقطة عندما  
يبلغ ثابته ١٥' او ٢٠' حسبما يكون السيار اقرب الى نقطة الرأس او نقطة الذنب من فلكه

(٢٨٠) دوران سيار القانوني هو المدة بين اقتران واقتار من نوع واحد اسه بالنسبة الى  
الأرض لانه بالنسبة الى نجم ما ومدة دوران عطارد القانوني في ١١٦ يوماً أي نحو شهر اطول من دورانه  
النجمي الذي هو ٨٧ يوماً ٢٢ ساعة و ١٥' و ٤٢". ومباينة فلكه نحو ١/٢ أي أكثر من مباينة فلك  
الأرض التي هي ١/٣ فيكون الفرق بين الدوران الطول ومنضم ١/٦ من أكبرها فقط وميل فلكه على  
دائرة البروج ٧° كما تقدم وحركته اليومية نحو ٢٤٠٠٠٠٠ ميل كل يوم أي ١٠٠٠٠٠ ميل كل  
ساعة ونحو ٢٨ ميل كل ثانية



شكل ١٠٥ عطارد بين الاقتران الاعلى والاسفل أي بعد الغروب



شكل ١٠٦ عطارد بين الاقتران الاسفل والاعلى أي قبل الشروق

(٢٨١) عند الاقتران الاسفل شكل ١٠٢ يتجه نحو الأرض جانب السيار المظلم فيكون  
مثل القر في الحاق وعند الاقتران الاعلى د يرى كل وجهه المتوربين هاتين النقطتين يظهر هلالاً

أو نصف وجهه واكثر مثل القمر (شكل ١٠٥ و ١٠٦) اما معظم نور فليس عند الاقتران الاعلى لزيادة بعكس حيث لا عند الاقتران الاسفل لكن وجهه المظلم فيها نحو ناحية تيل بين معظم تباين و الاقتران الاعلى متى كان بينه وبين الشمس نحو ٢٢ أما نسبة قطر الظاهر في الاقتران الاسفل اليه في الاعلى " ١٠٢ : ١٠٢ قد تقدم ان قطر عطارد يعدل نحو ٢٢ معدل قطر الارض فنسبة مساحة سطح الارض الى مساحة سطح عطارد " ١٤ : ١ ونسبة جرمها الى جرمه " ١ : ٥٢ ونسبة مادتها الى مادته " ١ : ٦٥٠١ .

(٢٧٢) بعد سيار اسفل عن الشمس يُستعمل بقياس تباينها الاعظم . مثالة ان كان عند ع (شكل ١٠٧) فلنا ش ص ع و ص ع ش قائمة وش ص معروف فستعلم ش ص ع وتكرار الرصد في مواضع مختلفة من فلكه نستعمل هيئة فلكه

(٢٧٣) قد يتفق عند الاقتران الاسفل ان عطارد يتوسط بين الارض والشمس فبعد على وجه الشمس ويُرَى على سطحها على هيئة قطعة سوداء . ولو وافق سطح فلكه سطح دائرة البروج لحدث هذا العبور عند كل اقتران اسفل وبما انه مائل عليه ٧ لا يحصل الا اذا كان السيار يقرب العقدة عند الاقتران بحيث يكون بعدة عن دائرة البروج اقل من نصف قطر الشمس الظاهري اقل من ١٦ وحد العبور ١٠٢ . عن العقدة والعقدتان واقعتان في القسم من دائرة الارض الذي نرى فيه ش وأياهما فلا يحدث عبور عطارد الا في هذين الشهران والاكثري ثلث لان السيار حينئذ اقرب الى الشمس . وللعقدتين تقعر من جهة موضعها فعلى نمادي السنين يتغير شهر العبور



(٢٧٤) بينما تدور الارض ١٢ دورة من عقدة الى عقدة يدور عطارد

٥٤ دورة تقريباً فكل ١٢ سنة يعود الجرمان الى النسبة الاولى بينهما موقعاً . شكل ١٠٢

واقصر المئات بين عبور وعبور عند العقدة الواحدة ٧ سنين فيها يدور عطارد ٢٩ دورة تقريباً و ٢ - ٢ أي ربما يحدث عبور عند العقدة الاخرى بعد ٢ سنين



افرض

ع - مراردوران الارض

ع - " " السيار

س - طول سنة الارض الحقيقية

س - " " السيار

شكل ١٠٨ منطقة استوائية على عطارد

فلنا  $ع س = ع م$ 

(٥٦) .

$$\frac{ع}{م} = \frac{ع}{س}$$

ومدة الأرض ٣٦٥<sup>٢</sup> ٢٥٦ يوماً ومدة عطارد ٨٧<sup>٤</sup> ٢٧ يوماً بحسب معادلة (٥٦) لنا



شكل ١٠٩

أما حد العبور فيستعمل هكذا

ليكن  $ي$  قوساً من دائرة البروج

(شكل ١٠٩) و  $و$  قوساً من فلك

السيار و  $ع$  النقطة و  $ص$  ف ثابت

السيار هـ  $ي$  المائي -  $ي$  ق الشمس +  $ي$  ق

السيار فيكون  $ص ع$  حد العبور

افرض  $ص ع$  ف أي ميل فلك السيار -  $م$

"  $ص$  ف -  $ص$

$ص ع$  = حد العبور -  $ح$

فلما في المثلث القائم الزاوية  $ص ع$  ف

$\frac{ع}{م} \times \frac{ع}{ص} = \frac{ع}{م} \times \frac{ع}{ح}$  أي

(٥٧)

$$\frac{ع}{م} = \frac{ع}{ح}$$

و  $ص = \frac{ع}{م} \times \frac{ع}{ص} + \frac{ع}{م} \times \frac{ع}{ح}$  اختلافاً لا في الاختلاف الشمس لا في كما تقدم في الكسوف

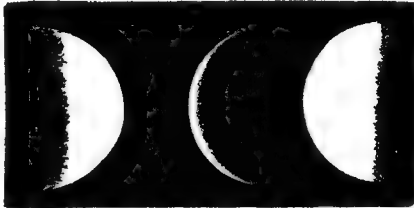
وبما أن  $ص$  كمية متغيرة وم كذلك فقيمة  $ح$  متغيرة

حدث عبور عطارد مثلاً سنة ١٨٦١ و ٤ مثلاً ١٨٦١ وسحدث ث ٧ ٨١ وأيار سنة ١٩١٠ وث ١٠ سنة ١٩٤٠

أما مدة العبور فتختلف كثيراً وقد تدوم ٨ ساعات

(٢٧٥) عدد عبور عطارد يرى ظله على سطح الشمس دائرة تامة ومن ثم يظهر أنه غير مسطح عند قطبي خلافاً للأرض وقيل هو  $\frac{1}{3}$  والنقط الفاصل بين الجزء المنور والمظلم غير مستقيم مثل الخط الفاصل في القمر (شكل ١١٠) وذلك دليل على عدم استواء سطحه وقد حسب بعضهم ارتفاع بعض جباله ١١ ميلاً والورق يتل تدريجاً نحو الخط الفاصل وذلك دليل على وجود كوة هوائية فيه (٢٧٦) من شدة النور عند عطارد يصعب معرفة ميل محوره على سطح فلكه وقد عين ذلك

بعضهم ٧٠ غير ان الامر لم يؤكد (ميل محور الارض على دائرة البروج =  $66\frac{1}{4}^\circ$ ) قبل سطح فلكتو على خط الاستوائي =  $23^\circ$  وقال بعضهم ان ميله اكثر من ذلك كثيراً وعلى ذلك يكون اختلاف فصوله عظيماً جداً



شكل ١١. رؤى عطارد القرن المجعولي البدر

مضى كان اقرب الى الشمس فتورق وحرارة من الشمس  $10\frac{1}{4}$  امثال نور الارض وحرارتها وعند البعد الابعد يقلان اكثر من نصف مقدارها وكل فصل من فصوله نحو ٢ اسابيع فان كان فيه حيرة تكون على غير هيئة المحيرة على الارض نباتية كانت او حيوانية غير انه قد يمكن ان تتلطف الحرارة والنبور بواسطة هوائه الكروي. فان رؤوس جبال حملايا المكسية ثلوجاً موبدة هي اقرب الى الشمس من سهول هندستان المحرقة. اما كثافته فضايف كثافة الارض وتعدل كثافة الذهب تقريباً ولكن من صغره تكون الجاذبية على سطحه ما هي على سطح الارض فتخف الاوزان على سطحه على هذه النسبة

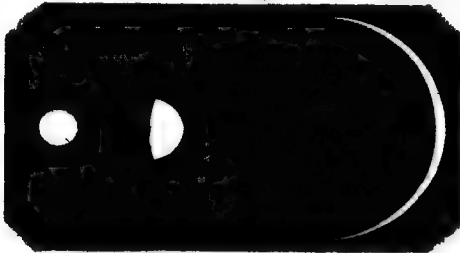
بما انه ليس لعطارد قر معروف فمعرفة مادته عسرة وقد حسبها البعض من فعلوه في نعم ذنبه ذنب معروف بل ذنب انكي فكانت حسب انكي  $\frac{1}{28160701}$  من الشمس وحسب لافريير  $\frac{1}{23281000}$  وحسب ليرنو  $\frac{1}{3020810}$  وحسب مبدلر  $\frac{1}{287.233}$  لاستعلام موقع هذا السمار يُعقد على زيج لافريير

### الزهرة ٩

(٢٧٧) معدل بعدها عن الشمس ٦٦١٢١٠٠٠ ميل وثقله مائة فلكتا اي ٠٠٠٠٠ لا يختلف بعدها عن الشمس كثيراً فبعدها الابعد ٦٦٥٨٥٠٠٠ والاقر ٦٥٦٧٧٠٠٠ ومدة دورانها  $1\frac{1}{2}$  اي ٢٢٤ ٦٦ ٤٩ ٨ وقطرها الظاهر عند الاقتران الاعلى ١٧" وعند الاسفل ٦٦"٥ وعند معظم نهايتها نحو ٢٥" ومعدله ١٧"٥٥ وحسب بعضهم ١٦٦٩٤٤ فقطرها الحقيقي

٧٥١٠ أميال ويوما ٢٥' ٢٢ ساعة وثقلها النوعي ٢' ٥ ولا يُعرف مقدار التسطيع عند القطبين  
 أما حركاتها فكل حركات عطارد أي حركة مستقيمة ومتغيرة ومعظم تباينها ٤٧' ١٥ ومدى  
 النجبة لا تنفرق عن مدة الأرض النجبية إلا قليلاً فتطول بذلك مدتها القانونية في سنة تقريباً إلى  
 ٢٢' ٥٨٢ يوماً فتكون نحو ٢٦٢ يوماً إلى شرقي الشمس ومثل ذلك إلى غربيها أي تكون نجم الصبح  
 ونجم الغروب ٢٦٢ يوماً على التعاقب  
 فبعد تغيرها من ل إلى م (شكل ١٠٤) تتحرك بالاستقامة في دورة قبل الحركة التمهنية  
 الثانية من ر إلى ف

للزهرة رؤية مثل رؤية عطارد من جهة كونها هلالاً وبدراً ولها أيضاً اقتران أسفل وأعلى غير  
 أن قطرها الظاهري هلال ٦ مرات وثقب قطرها وهي بدر لان بعدها عن الأرض عند الاقتران  
 الأسفل ٦٣٠٠٠٠٠ - ٦٦٠٠٠٠٠ = ٢٧٠٠٠٠٠٠ ميل وعند الاقتران الأعلى = ٦٣٠٠٠٠٠٠ +  
 ٦٦٠٠٠٠٠٠ + ١٥٩٠٠٠٠٠٠ ومعظم نورها هو من كان تباينها ٤٠ أي بين التباين الأعظم  
 والاقتران الأسفل وإذا ذاك فقد تشاهد طول النهار

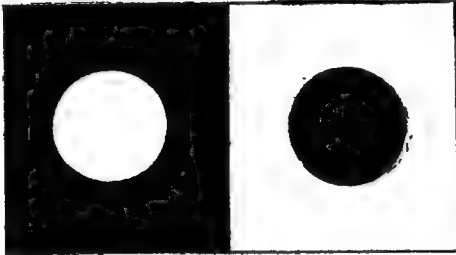


شكل ١١١ الزهرة في الاقتران الأسفل وفي التربع والاقتران الأعلى

(٢٧٨) اقتران الزهرة والشمس يقع في مكان واحد من العام كل ثماني سنين لأن مدتها  
 القانونية = ٥٨٤ يوماً ومدتها النجبية = ٢٢٤' ٧ يوماً علماً  
 ٢٢٤' ٧ : ٢٦٠ :: ٥٨٤ : ٦٣٥' ٦ = فوس الطول الذي يفرق الزهرة بين اقتران  
 واقتران اطرح ٧٢٠ أي دورتين كاملتين يبقى ٢١٥' ٦ أي مقدار تقدم الاقتران الثاني على الأول  
 فإذا في خمس دورات قانونية أو ٢٩٢٠ يوماً تكون نقطة معينة من دائرتها قد تقدمت ٢١٥' ٦  
 ٥ × ١٠٧٨ = ٥٣٦٠ فإذا في نهاية خمس دورات قانونية أي ٢٩٢٠ يوماً = ٨ سنين يعود  
 الاقتران إلى النقطة التي كان فيها قبل ثماني سنين فتعود رؤيتها من الأرض على نفس واحد في

كل ٨ سنين تقريباً

في شكل ١١٢ القرص الاسود على قدر الاليض تماماً والايض بالظاهر اكبر وذلك من الاشعاع يظهر جسم منور اكبر ما هو حقيقة فالقسم المنور من القمر من الزهرة يظهر كأنه قطعة من كرة اكبر من كرة القسم المظلم فمكرر بذلك القطر الظاهر لكل جرم نير عن حقيقة



شكل ١١٢ قبل الاشعاع في قدر جرم الظاهر

(٢٧٩) عبور الزهرة على وجه الشمس

ميل دامة الزهرة على دامة البروج نحو  $2\frac{1}{2}^\circ$  والشمس تمر على العقدين في شهر حزيران وشهر

كانون الأول فيقع العبور في هذين الشهرين

كل ما دارت الزهرة ١٤ دورة تدور الأرض ٨ دورات تقريباً فإذا حدث عبور عند عقدة يحدث ايضاً عند تلك العقدة بعد ٨ سنين . ولا تُنصف هذه المدة كما في دوران عطارد حتى يستعمل وقت

العبور عند العقدة الأخرى لأن ٨ عدد شفع و ١٤ وتر فإذا نصفناها لنا ٤ دورات للأرض و  $7\frac{1}{2}$  للزهرة فيكونان في جهتين متقابلتين من الشمس . أما ٢٣٥ سنة = ٢٨٢ دورة للزهرة أكثر تقريباً فعبور عند عقدة بكر عند تلك العقدة بعد ٢٣٥ سنة ولكن نصف هذه المدة لا بدل على حدوث عبور عند العقدة الأخرى للسبب المذكور أعلاه

(٢٨٠) في ٢٢٧ سنة (أي ٢٣٥ - ٨) ٢٦٩ دورة للزهرة إلا  $\frac{1}{4}$  يوم فينتظر تكرار عبور

عند عقدة ما كل ٢٢٧ سنة وعند نصف هذه المدة ينتظر عبور عند العقدة الأخرى لأنه بعد  $11\frac{1}{2}$  دورة للأرض و  $18\frac{1}{2}$  للزهرة تكونان على جانب واحد من الشمس وهذه المدة أي  $11\frac{1}{2}$  إذا

اضيف إليها ٨ سنين أو طرح منها ٨ سنين تعين عبورين آخرين فتكون المئات بين عبور وعبور غالباً ٨ و  $10\frac{1}{2}$  و  $11\frac{1}{2}$  و  $12\frac{1}{2}$  كما يرى ما حدث أو سيحدث بين سنة ١٥١٨ و ٢٠٠٤



١٥١٨	حريران	٥
١٥٣٦	"	٢
١٦٢٩	ك'	٤
١٧٦١	حريران	٥
١٧٦٩	"	٢
١٨٧٤	ك'	٨
١٨٨٣	ك'	٦
٢٠٠٤	حريران	٧

بعد ٨ سنين

" ١١٣ ١/٢ سنة

" ١٢١ ١/٢ سنة

" ٨ سنين

" ١٠٥ ١/٢ سنة

" ٨ سنين

" ١٢١ ١/٢ سنة



شكل ١١٢ قدر الأرض والزهرة السمي

(٢٨١) لعبور الزهرة اعتبارا من كل عند طاء هذا الفن لانه يستعمل اختلاف الشمس الافقي الذي منه تتوصل الى معرفة بعد الأرض عن الشمس ومن ثم بقاعدة كل راى بعد السيارات جميعا ولذلك رُصد بكل تدقيق في أماكن كثيرة سنة ١٧٦٩ فالواسطة لاستعلام الاختلاف الافقي المذكور آنفا (ع ٢٢) يحمل خطأ ٤" ولذلك لا يُعتمدُ به في القمر الذي اختلافه = ١" تقريبا ولكن ٤" في مقدار نصف اختلاف الشمس الافقي كذا

(٢٨٢) لما كان فلك الزهرة بين فلك الأرض والشمس فبسبب قربها يختلف موقعها باختلاف مكان الناظر على سطح الأرض كما تقدم في القمر وان حدث عبور مختلف موقع الزهرة على وجه الشمس باختلاف مقام الناظر وفي عبور سنة ١٧٦٩ رُصد من ورد هوس في لابلاند ومن لمحي جريه من جزائر جنوبي البحر المحيط وكيفية استعلام اختلاف الشمس الافقي من عبور الزهرة تنفع من شكل ١١٤

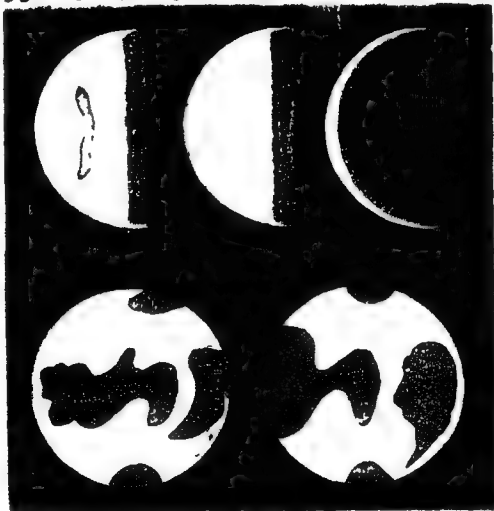
ليكن ص (شكل ١١٤) الشمس والزهرة ي الأرض فناظر عند ا يرى الزهرة عند آ وناظر عند ب يراها عند ب ويجوز ان تجسب ب و او متساويين وكذلك وب وآ فالملتان اوب آ وب متساويان ولنا ا و وآ اب آ ب ولسه ا و وآ معروفة لان مدة السيارات

معروفة فتُعرف نسبة بعد الواحد منها الى بعد الآخر بقاعدة كبر الثالث اي  
 ١ - ٧٢٣ : ٠٠٧٢٣ : ١ : ٦١ : ٢ تقريباً ونسبة نصف قطر الارض اي  $\frac{1}{4}$  ب : نصف  
 آ ب : ١ : ٢٢ : ٥ تقريباً فتُعرف نسبة اب : آ ب



شكل ١١٤

ثم لاجل استعمال آ ب في تولي من القوس يعين الراصد وقت دخول السيار على وجه  
 الشمس ووقت خروجه منه فيُعرف مدة العبور لكل راصد وحيث تُعرف حركة الشمس وحركة



شكل ١١٥ رؤى الزهرة وكلف عليها

الزهرة لتحول هذه المدة الى قوس فتُعرف الدقائق في الوتر س د والوتر ر ف وفي نصفها

س آ رب وأما الدقائق في  $\frac{1}{4}$  ق الشمس أي س ص او و ص فمعرفة في المثلثين الثاني الزوايا س آ ص رب ص يستعمل ص آ و ص ب فيعرف آ ب أي يعرف الزاوية عند الشمس التي يقابلها خط مفروض على الأرض أي الزاوية التي يقابلها  $\frac{1}{4}$  ق الأرض أي الاختلاف الأفقي

من العبور الذي رُصد في ١٧٦٩ حُسِبَ معدل الاختلاف ٥٧٧٦" وقد تقدم أن بعض الدلائل تدل على أنه أكثر من ذلك قليلاً وسوف يتعين في العبور المقبل في ٨ ك ١٧٤٠ (٢٨٣) إذا نظرت إلى الزهرة وهي على معظم نهايتها تان مثل القمر في التبريع (شكل ١١٥) وبين معظم التباين والاقتران الأسفل تان مثل الهلال (شكل ١١١) لاسيما في النهار ومن تفرض الخط الفاصل يتضح وجود جبال على سطحها وطوبوايضاً بعض النقط من حركتها حُسِبَ دوران الزهرة على محورها نحو ٢٤ ساعة كما تقدم ومن نقصان النور بالتدريج نحو الخط الفاصل وبعض الكلف ظهرت لها كرة هوائية وغبارية وقد حُسِبَ طول بعض جبالها ٢٧ ميلاً غير أن ذلك تحت الشك من صعوبة رصد هذا السيار من قبل شدة لمعانه. لم يثنى ميل محور الزهرة على سطح دائريها وقبل أنه ٧٥° وإذ ذاك يتوجه كل قطب نحو الشمس واليك في كل دوران وتغير فصولها كل ٢٢٤ يوماً من شدة الحر إلى شدة البرد

قال بعضهم بمرور الزهرة فأنكر ذلك البعض. فان كان لها قمر يكون صغيراً جداً مادة الزهرة بالنسبة إلى الشمس في حسب أنكي  $\frac{1}{40.1849}$  وحسب لاثرو  $\frac{1}{40.5871}$  وحسب ميدلس  $\frac{1}{40.1718}$  وحسب لافريير  $\frac{1}{41.150}$  لاستعلام موقع هذا السيار يعتقد على زيج لافريير

## الفصل العاشر

### في السيارات العليا

المرجح والنجيمات والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون (٢٨٤) تمتاز السيارات العليا من السفلى بأنها ترى على كل بعث من الشمس بين اقتران واستقبال أي بين صفرو ١٨٠° ولما كانت أفلاكها خارج فلك الأرض فلها اقتران أعلى واستقبال

وليس لما اقتران اسفل ولا تترى على اوجه مختلفة مثل الزهرة وعطارد والقمر بل ترسه ابداً وجوها  
المنورة لبعدها العظيم الا المرنج الذي من قربه الى الارض يرى متى كان في التبريع مثل القمر ثلاثة  
ايام قبل البدر ويظهر نقص جانب المشرق الشرقي اذا كان في التبريع

### المرنج ٥

(٢٨٥) معدل بعد المرنج عن الشمس ١٢٩٢١٢٠٠٠ ميل ومعطلة ١٥٢٢٨٤٠٠٠  
واقلة ١٢٦٢٤٠٠٠ ميل وسنة ٢٨٦٠٠٠ ٢٠ ٤١ وقطر الظاهر عند الاقتران ١٤" وفي  
الاستقبال ٢٠" ومعدله ٢٨ ٢" وقد اختلفوا كثيراً من جهة تسطيح عند قطبيهم من قال  
١٦ ومنهم ٨. والاصح انه ما بين ١/٥ و ١/٦ فقطر ٥٠٠٠ ميل تقريباً وبوجه ٢٩ ٢٦ ٢١ ٢١  
وثقله النوعي ٢٩٩٠ وقيل ٢٩٣٠ ومباينة فلكه ١/١١ وميل فلكه على دائرة البروج ٢ وخطة الاستوائي  
مائيل على فلكه ٢٨ ٤٢ فقد يكون عن الارض ٢٢٢٠٠٠٠٠ ميل وقد يكون على بعد  
٤٦٠٠٠٠٠ ميل منها. ومعدل حركته في فلكه ٥٤٠٠٠ ميل كل ساعة او ١٦ ميل كل ثانية  
متى كان المرنج في الاستقبال والاقتران يرى بدياً ومتى كان عند التبريع يرى أكثر من  
نصف وجهه المنور كما تقدم (ع ٢٨٥)

(٢٨٦) حركة المرنج مثل سائر السيارات من الغرب الى الشرق وقد تسرع وقد تبطئ  
حركة الظاهرة بسبب حركة الارض غير انه عند الاستقبال عندما تلحق الارض المرنج وتمر عليه  
بالصعود المستقيم تظهر له حركة متعقبة كما يتضح من شكل ١١٦



شكل ١١٦

لفرض الارض تدور دورة كاملة من ف الى ف يوافقها يدور المرنج نصف دورة من غ الى ن  
فتى كانت الارض عند ف يظهر المرنج في جهة ف غ ومتى كانت الارض عند ا يكون المرنج عند  
ح ويظهر بين النجم عند و ومتى وصلت الارض الى ب يكون المرنج عند ه فيظهر عند ط اي

حركة مستقيمة فتباعد كل ما اقترب الى ط ويقترب الارض من ب الى س الى د ثم  
المرنج بالقوس القصير هـ كل فيظهر للارض متغيراً من ط الى ق ثم يهرك بالاستقامة ايضاً  
ومتى انتهت الارض الى ي يظهر المرنج عدد ر ومتى انتهت الى ف يظهر الى جهة ف ن . ولهذا  
السبب نفس لكل السيارات حركة متغيرة عند الاستقبال . يتبدى التغير او ينتهي متى كان بين  
المرنج والشمس زاوية تختلف بين  $128^{\circ} 44'$  و  $146^{\circ} 27'$  وقوس التغير تختلف بين  $10^{\circ} 6'$   
و  $19^{\circ} 25'$  ومدة التغير تختلف بين ٦٠ يوماً و ٨٠ يوماً و تعود الارض والمرنج الى الوضع  
الواحد السمي كل ٢٢ سنة تقريباً فينبغي رصد هذا السيار متى كان في الاستقبال ومتى حدث ذلك  
عند وقوع الارض في نقطة الذنب والمرنج في نقطة الرأس له بصبر قطره الظاهر  $23^{\circ}$  وذلك  
يحدث نحو كل ١٥ سنة وسوف يحدث سنة ١٨٧٧ وهذا الاتحاق يعود في كل ٨ سنين و ١٧ شهر  
تقريباً

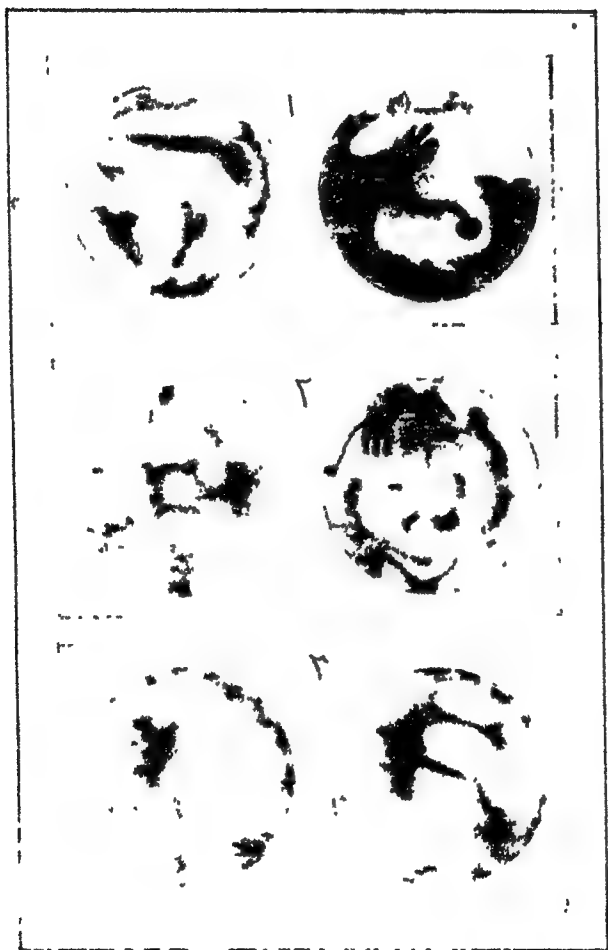
(٢٨٧) سنة المرنج ٦٨٧ يوماً من ايامنا فيكون الفصل فيه ٥ أشهر وسبب ميل خط  
الاستوائي على سطح فلكه تكون منطقة الحارة اعرض من المنطقة الحارة على الارض بالنسبة الى سطح  
السيار . اما يومه فاطول من يومنا كما تقدم (ع) على نسبة  $100:97$  فسنة ٦٦٨ يوماً  
و ١٦ ساعة من ايامه وبسبب مهابة فلكه يكون الصيف في نصفه الشمالي اقصر منه في الجنوبي على  
نسبة  $100:94$  غير ان سبب قرب والى الشمس حشنة يزيد بوجه وحرارته على ما في الصيف الجنوبي  
فيكون على نسبة  $100:145$  وفصل الربيع فيه ١٩٢ يوماً والصيف ١٨٠ يوماً والخريف ١٥٠ يوماً  
والشتاء ١٤٧ يوماً

(٢٨٨) متى نظير الى بظارة قوية يظهر سطحه على اختلاف الوان مثل المحاصل من سحر  
والبراكين من البحر وحول قطبي مساحة بضاه تزيد في الشتاء وتضيق في الصيف يزعم انها من  
الفلوج القطبية (انظر صورة ٧) ووجود المياه تدل على انجرة وكرة هوائية ايضاً والسكرتروسكوب  
ايضاً يدل على بخار ماء فيه . والاقسام المصفرة اللون محسوسة برأ والخضرة بحراً وعلى ذلك تكون  
نسبة البر الى المرنج عكس ما هي في الارض ولم يكتشف عن تسطح قطبي لهذا السيار  
ان كان للمرنج اختلاف فصول كما تقدم وكرة هوائية وماء والبحر مظلومة واحواله تنب الارض  
في اشياء كثيرة غير ان الجاذبية على سطحه اقل ما هي على الارض على نسبة  $100:2$  الى واحد ونسبة  
نور الى نور الارض  $9:4$

حدث عبور المرنج على وجه المشتري ٩ كانون الثاني سنة ١٥٩١

ليس لهذا السيار قمر معروف فلا تعرف مادته الا تقريباً وهي على راي مبدل  $\frac{1}{380.0}$  وعلى

## الصورة السابعة





راي لا فريهر ٢٩٧٨٣٠٠ على افتراض الشمس واحدا اما فعله في اضطراب حركات غيره فقليل جدا  
فلاداعي الى تحقيق كفي في معرفة مادته ولاجل حساب مواقعه يعتمد على زيج لا فريهر

### النجوم ابي الشهباء بالسيارات

(٢٨٩) حسب قانون بود المذكور انفا (صحيفة ١٦٤)

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠

عطارد الزهرة الارض المريخ المشتري زحل الخ

فدى النجمة السنية بين المريخ والمشتري قارغة وقد كشفت عدة اجرام صغاري تلك النجمة



تدور في افلاك مختلفة الميل بعضها على  
بعض وعلى دائرة البروج. فكشفت عن  
اربعة منها ابي سيرس وپلاس ويونون  
وقستا في اوائل هذا القرن ومنذ سنة ١٨٤٥  
فقد كشفت عن كثير منها فصارت المعروفة

منها ١٢٧ وربما يكون عددها اكثر من شكل ١١٢ قدر الارض وبعض النجوم النسي  
ذلك كثيرا وقد وضعنا هنا قائمة اسمائها واتطارها ومناعها الى حد ما طليت

اسم	مئة سنين	قطر اميال	اسم	مئة سنين	قطر اميال	اسم	مئة سنين	قطر اميال
١) سيرس	٤٦٠٠	٢٢٧ (١٣)	اجوريا	٤١٢٣	٧٣	٢) پلاس	٤٦١٠	١٧٣ (١٤)
٣) يونون	٤٣٦٣	١١٢ (١٥)	اقنوميا	٤٢٩٧	١٢	٤) قستا	٢٦٢٧	٢٢٨ (١٦)
٥) استريا	٤١٩٦	٦١ (١٧)	ثينس	٢٨٩٠	٥٢	٦) هوبي	٢٧٧٧	١٠٠ (١٨)
٧) ايريس	٢٦٨٦	٩٦ (١٩)	ملپومفي	٢٤٧٩	٥٤	٨) فلورا	٢٢٦٦	٦٠ (٢٠)
٩) ميس	٢٦٨٦	٧٦ (٢١)	لوتيتيا	٢٠٨١	٤٠	١٠) هيبيا	٥٥٨٩	١١١ (٢٢)
١١) پرتيوي	٢٨٤١	٦٢ (٢٣)	ثاليا	٢٢٦٣	٤٢	١٢) فكتوريا	٥٥٦٧	٤١ (٢٤)
			ثيمس	٥٥٧٠	٣٦			



اسم	مئة سنين	قطر امبالا	اسم	مئة سنين	قدرا النجم
٢٥ قوشيا	٢٧٢٢	٢١ ٥١	فرجينيا	٤٢١٠	١١٩
٢٦ بروسينا	٤٢٢٦	٤٧ ٥٢	نيوسا	٢٦٦٧	١٠٤
٢٧ اقديبي	٣٥٩٦	٢٩ ٥٣	اوروبا	٥٤٥٨	١٠٥
٢٨ بلونا	٤٦٢١	٥٩ ٥٤	كلسمو	٤٢١٧	١١٥
٢٩ اماسيني	٤٠٨٤	٨٣ ٥٥	الكساندرا	٤٥٥٢	١١٠
٣٠ اورانيا	٣٦٣٥	٥١ ٥٦	ياندورا	٤٦٠٨	١٠٩
٣١ اقروسي	٥٦٠٧	٥٠ ٥٧	منيموسي	٥٦١٦	١٠٩
٣٢ بومونا	٤٦٦٠	٢٥ ٥٨	كونكورديا	٤٤٢١	١١٦
٣٣ بلهيميا	٤٨٤٨	٢٨ ٥٩	دانائي	٥١٢١	١١٧
٣٤ شري	٤٢٩٧	٢٩ ٦٠	اولبيا	٤٤٧٢	١١٣
٣٥ لكونيا	٥٢١٥	٢٥ ٦١	ايرانو	٥٥٣٧	١١٨
٣٦ اتالانتا	٤٥٥٧	٢٠ ٦٢	انجو	٢٧٢٩	١٢٢
٣٧ فيذس	٤٢٩٥	٤١ ٦٣	اوسونيا	٢٧١٢	٩٩
٣٨ لينا	٤٥٣٥	٢٩ ٦٤	الجيليا	٤٢٨٥	١٠٢
٣٩ ليتيا	٤٦١٣	٨٧ ٦٥	سيلي	٦٦٥٨	١١٢
٤٠ هرمونيا	٢٤١٥	٢٣ ٦٦	ماها	٤٢٢٢	١٢٧
٤١ دفي	٤٦٠٥	١٠٢ ٦٧	اسيا	٢٧٦٩	١١٦
٤٢ ايمس	٢٨١٢	١٠٥ ٦٨	هسپيريا	٥١٨٦	١٢٠
٤٣ اريادني	٢٢٧٢	١٠٢ ٦٩	ليغو	٤٦٢٢	١٠٢
٤٤ نسي	٢٧٧٤	١٠٣ ٧٠	يانونيا	٤٢٢٤	١١١
٤٥ النجينا	٤٤٧٦	١٠٨ ٧١	فيريونيا	٢٤١١	
٤٦ هستيا	٢٩٩٥	١١٦ ٧٢	نيوي	٤٥٧٤	١٠٨
٤٧ ماتي	٤١٨٩	١١٥ ٧٣	كليبي	٤٢٥٠	
٤٨ افلايا	٤٨٩٦	١١٢ ٧٤	كالاميا	٤٦٢٩	
٤٩ دورس	٥٤٧٠	١١٠ ٧٥	اقريدي	٤٢٦٢	
٥٠ پالس	٥٤٢١	١٠٨ ٧٦	فريا	٦٢٢٥	

اسم	مق	قدر	اسم	مدة	قدر
٧٧	فرنجيا	٤٢٦٨	١٠٣	مورا	
٧٨	دهانا	٤٢٤٨	١٠٤	كلبوني	
٧٩	افرنوي	٢٨١٩	١٠٥	ارتيس	
٨٠	صافو	٢٤٨٠	١٠٦	ديوني	
٨١	ترينجوري	٤٨٢٧	١٠٧	كايلا	
٨٢	الكيني	٤٥٨٦	١٠٨	ميكوبا	
٨٣	ماتركس	٢٧٨٥	١٠٩	فيلجاس	
٨٤	كلو	٢٦٤٣	١١٠	لديا	
٨٥	ايو	٤٢٣٧	١١١	آتي	
٨٦	سيلي	٥٤٣٤	١١٢	ابنيينا	
٨٧	سليا		١١٣		
٨٨	نسي	٤٥٦١	١١٤	كاساندا	
٨٩	جوليا	٤٠٢٢	١١٥		
٩٠	اتنوي		١١٦		
٩١	ايجينا		١١٧	لوميا	
٩٢	اوندينا		١١٨	يغو	
٩٣	منرفا		١١٩	آليا	
٩٤	اوسيرا		١٢٠	لاخيس	
٩٥	ارخوسا		١٢١	هرموني	
٩٦	ايجلي		١٢٢	غردا	
٩٧	كلوثو		١٢٣	بروميلنا	
٩٨	اياني		١٢٤	السنس	
٩٩	ذكي		١٢٥	ليداتركس	
١٠٠	ميكاتي		١٢٦	فلما	
١٠١	ميلانة		١٢٧	يوحنة	
١٠٢	مرم		١٢٨	نيمس	

اسم	مدة	قدر	اسم	مدة	قدر
(١٢٩) انتيوني			(١٣٤) صفر وسوني		
(١٣٠) الكنتا			(١٣٥) لم يسم الى الآن		
(١٣١) فاللا			" " "		
(١٣٢) ايترا			" " "		
(١٣٣) كيريفي					

(٢٩٠) ان هذه النجيمات لا ترى بغیر نظارة الآ واحدة منها وفي وسطا على قدر نجم من المقدار الخامس والسادس ولصغرها بمصر قياسها وتعرف انها سيارات بحركتها وقطر اكبرها بلاس نحو ٣٠٠ ميل حسب البعض و ٦٧٠ ميل حسب البعض وافلاكها مائلة على دائرة البروج كثيرا فكل ههـ ١٤ وميل فلك بلاس ٣٤° ٤٢' ومباينة افلاكها اكثر من مباينة افلاك سائر السيارات اقلها مباينة اورويا = ٠° ٠٤' ومعظمها مباينة لجهنبا = ٢٣٧° ٠' والاقل ميلا على دائرة البروج فلك مسيليا = ٤١° ومعظمها ميلا بلاس = ٣٤° ٤٢' وفي تشغل منطقة عرضها نحو ١٠٠٠٠٠٠٠ ميل

اقربها الى الشمس فلورا معدل بعدها ٢٠١٢٧٤٠٠٠ ميل تدور في  $\frac{1}{3}$  سنين اي ١١٩٢ يوما وبعدها سيميل معدل بعدها ٢١٢٧٣٧٠٠٠ ميل مدتها ٦٦ سنين اي ٢٤٣١ يوما ومعدل مدتها  $\frac{1}{3}$  سنين ومعدل بعدها من الشمس ٢٥٤٠٠٠٠٠٠ ميل وانورها فسنا واضعتها نوراً انلاقتا ومن قلة تاثير جاذبية كل هذه الاجرام في حركات الارض والمريخ قد يزعم ان مجتمعا لا يبلغ اكثر من  $\frac{1}{1800}$  من جرم الارض وقد زعم البعض ان عددها كثير جدا فلم يزل علماء هذا الفن يشتشون عليها بنظاراتهم

اذا وافقت الظروف فقد تشاهد سيرس بالنظر المجرد على هيئة نجم من القدر السابع او الثامن اما بلاس فهي كان اقرب الى الارض فيظهر على هيئة نجم من القدر السابع اما يونون فعلى هيئة نجم من القدر الثامن

من ميل افلاك هذه الاجرام بعضها على بعض يقرب بعضها الى بعض احيانا فقد تقرب فيدس وما ياح حتى يصير بينهما  $\frac{1}{3}$  من قطر فلك الارض اي نحو ٤٥٠٠٠٠٠ ميل

قال سروليم هرشل لو وضع انسان على احد هذه الاجرام الصغار لفتن بالسهولة الى علو ٦٠ قدما ولا يضر بسقوط اكثر ما يضر بالسقوط ذراعاً على سطح الارض

من كثرة هذه الاجرام المكتشف عنها قد ترجح رأي اوليرس انها قطع جرم كبير كان بين

المرج والمشتري فقد انجبر

قد اصطفت زيجات للولاء وفكتوريا ولبومني ومينس

## المشتري ٢٤

(٢٩١) المشتري أكبر سيارات النظام الشمسي ومعدل بعده عن الشمس ٤٧٥٦٩٣٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠٠٤٨. فنعظم بعده عن الشمس ٤٩٨٦٠٣٠٠٠ ميل وأقله ٤٥٢٧٨٢٠٠٠ ميل ومدة دورانه حول الشمس ١١٨٦ سنة وقطره الظاهر يختلف بين ٥٠٠٧" في الاستقبال و ٢٠٠٨" في الاقتران ومعدله ٣٧٩١" فيكون قطره الاستوائي ٨٨٤٠٠ ميل ودورانه على محوره مرة في ٩٦٢ ساعة أو ٣٩٥٥٠٠" حسب البعض وفي ٣٩٦٩٥٥٠" حسب البعض وقلة النومي ٣ أولبعده عن الشمس لا يرى غير بدر إلا أن قطره يقصر ظاهراً وهو في التربع وجرمة ١/٢ مرة جرم مجموع سائر السيارات ومادة ٢ ١/٢ مادة كل السيارات الأخرى وسرعة حركة قسمه الاستوائي ٤٦٧ ميل كل دقيقة أي ما بين ٧ و ٨ أميال كل ثانية وحركة قسم الأرض الاستوائي ١٧ ميلاً كل دقيقة وهو هليجلي الشكل وهليجليه ١/٧ أي فضله قطره ٤٩٠٠ ميل. فلكه مائل على دائرة البروج ١٩٠° وخطة الاستوائي مائل على سطح فلكه ٣٠° ٥' فقط فلا تغير فصول فيه من هذا القبيل وكثافته ٠٣٤ أي أكثر من كثافة الماء قليلاً وحركته في فلكه ٧٠٠٠٠٠ ميل كل يوم أي ٣٠٠٠ ميل كل ساعة أي ٨٠ مرة أسرع من كلة مدفع وهو ١٤٠٠ مرة أكبر من أرضنا ولكبر جرمه تكون المجاذبة على سطحه ٢٤٢ على افتراض المجاذبة على سطح الأرض واحداً

(٢٩٢) معرفة موقع المشتري سهل جداً لاننا نرى عرفناه مرة تبعه من سنة الى سنة لانه ينفل كل سنة أكثر قليلاً من برج واحد وبواسطة نظارة قوية يرى على وجهه مناطق توازي خطه الاستوائي مختلفة العرض والالوان غير ثابتة على هيئة واحدة وتارة تغير تحت نظر الراصد. ذكر صوث بقعة طولها بالاقبل ٢٢٠٠٠ ميل ثلاثت في نحو ٣٠ دقيقة وذلك دليل على حدوث ظواهر وتغيرات على سطحه من قبل مياه وغيوم وأمطار وبخيرة وهو ما يشبه ذلك (انظر الصورة القائمة) وقد زعم بعضهم ان هذه الظواهر ليست من فعل الشمس بل من حراري الثانية. والتغيرات المتحاذية على سطحه في البخيرة كثيرة جداً حتى انه قد شوهد قمر من اقاربه يخفي وراءه ثم يظهر عند المحل الذي اخفي فيه وذلك من قبل تمدد الكرة الهوائية او البخارية المحيطة بالسيارة ثم تقلصو

اما نواحي خطه الاستوائي فعلاً انور من باقي سطحه وقد يرى على سطحه حلقات غير ثابتة وحدود المناطق المشار اليها غير واضحة وفي مزرقة اللون تمتاز بسهولة عن لون جرم السيارة وتشلاشي

نحو جانبى قبل ان تنتهي الى حافتى تماماً  
مضى كان المشتري اقرب الى الارض يضاهى نوره نور الزهرة فدرج ظلاً وبشاهد بهاراً. اما  
قوة سطحو لتعكس النور فاصطع من سطح القرعلى نسبة ١٠٤ حسب المعلم بوند اما قوس تقعر  
فيبتدى او ينتهي متى كان بين السهار والشمس زاوية تختلف بين  $113^{\circ}$  و  $116^{\circ}$  وطول  
قوس التقعر يختلف بين  $9^{\circ}$  و  $59^{\circ}$  وعرضها في مدة تختلف بين  $116^{\circ}$  و  $122^{\circ}$  و  $13^{\circ}$



شكل ١١٨ المشتري واقاره

(٢٩٢) للمشتري اربعة اقمار (شكل ١١٨) ترى بنظارة صغيرة رأها اولاً جليليو في بادى  
في ٧ سنة ١٦١٠ ولم يتحقق انها اقمار حتى اليوم الثاني واحساناً يرى اثنان منها بالنظر المجرد وذلك  
سهل في نواحي بحيرة اورميا في بلاد فارس وفي سهول سيبريا. حتى بعض السواح في تلك النواحي  
قال صادفت ذات ليلة صياداً اشار الى المشتري قائلاً رايت ذلك النجم الكبير يطلع نجماً صغيراً  
ثم يصفته ايضاً. راي اسحاب قمر من اقاره. ولكون افلاكها في سطح دائرة البروج الا قليلاً وايضاً في  
سطح دائرة خط الاستواء للمشتري ترى غالباً على خط مستقيم مار بمركز السيار كما يرى في شكل  
١١٨ فمن تباينها الاعظم غرباً ثم وراه السيار الى معظم تباينها شرقاً ثم رجعتنا ومن السيار محركة  
متقهرة الى معظم تباينها غرباً وايضاً وهي اكبر قليلاً من قرنا الا الثاني وتتنازبا لاول والثاني والثالث  
والرابع حسب بعدها عن السيار وقد وضعنا هنا جدولاً يحويها ابعادها عن السيار في اجزاء من  
نصف قطر والبعث في اميال واوقات دوراتها التي حوله واقطارها ومادتها وكثافتها ونظامها النوعي



شكل ١١٩ اعداد الارض والنير واقمار المشتري النسبية

نوع النجم	كتافة		مادة	معظم في 8	قطر من 24	قطر منظرون 24	قطر	معدل قطر	متجمعة	معدل البعد		كاشفة	
	1-2	1-4								اميال	في 24		
7	114	20	.....	11' 48"	24' 19"	11' 48"	24' 02"	1' 20"	28' 68"	327' 28"	6' 05"	جليلو	(1) ابو
7	171	30	.....	30' 17"	30' 17"	30' 17"	30' 17"	0' 91"	4' 14"	420' 106"	9' 62"	في باديا	(2) اوربا
6	397	79	.....	47' 04"	47' 04"	47' 04"	47' 04"	1' 49"	44' 3"	778' 293"	10' 30"	247	(3) كاند
7	232	39	.....	43' 43"	30' 20"	4' 26"	34' 39"	1' 37"	22' 16"	119' 283"	37' 99"	1710	(4) كاسترو

متجمعة كسوف الاول 20' 4"

- 56 2 الثاني " " "
- 43 3 الثالث " " "
- 56 4 الرابع " " "

### سابقة فلك الاول والثاني وصاينة الثالث والرابع قليلة متغيرة

القر الاول ابد عن المشتري من بعد قرنا عن الارض والقر الثاني بعد قرنا قريبا والبقية اعظم منه والثالث اعظم الجميع واحثا يعني منها ثلاثة متا وناذرا الارصة متا وراه السيار او في ظل وقد ينفق اقتران ثلاثة منها حتى ترى بالنظر الجرد واحثا وقد ينفق ذلك في الارصة افلاك هذه الاقمار فلما تختلف عن دوائر ثامة وسطوحها في سطح خط الاستواء للسبار الاول قليلا وبما التهمة تميل قليلا على سطح فلكه لان محور مائل على سطح فلكه قليلا كما تقدم فلما تختلف فصولها بما يتغير

(٢٩٤) اذا مر قمر في ظل المشتري قبل ان يحسوف واذا مر وراء جرم السيار قبل ان يحجب ومعنى وقع ظل قمر على السيار قبل ان السيار يحسوف ومعنى مر بيننا وبين السيار قبل ان السيار يحجب

يحسوف أقمار المشتري نذبه في أكثر رؤى ما يحسوف قمرنا غير انه بعد المشتري عن الشمس وعظمو يكون مخروط ظلوا أطول من الذي للأرض فلذلك ولقلة ميل افلاك الاقمار على فلك السيار تخسف كلها في كل دورة سوى ان الرابع ليمتد عن السيار زيادة ميل فلكه بالنسبة الى البقية احياناً مما يظل مساً واحياناً يتخسف جزئياً وهذه الخسوفات لانها مدهما من مركز افلاك الاقمار كما هو الحال في خسوف قمرنا بل من مكان بعيد خارج افلاكها غير ثابت فلا بد ان تختلف رؤىها من هذا القبيل ايضاً

(٢٩٥) معنى كان المشتري الى شرقي الاستقبال يسبق الخسوف الاحجاب ايها ومعنى كان الى غربي الاستقبال يسبق الاحجاب والخسوف ايها كما يتضح من شكل ١٢٠



شكل ١٢٠ كية خسوف أقمار المشتري واحجابها

ليكن ش (شكل ١٢٠) الشمس اب من الأرض في مواقع مختلفة من فلكها والمشتري في غ م الخ فلك قمر من أقماره غير الأول ففي كانت الأرض عند ا يكون الاستقبال على استقامة ش ا والمشتري الى شرقيها فاقمر يدخل الظل عند ي ويخرج عند ف ثم يحجب وراء السيار عند غ ويظهر ايضاً عند ح فينتهي الخسوف قبل ما يتدنى الاحجاب . وكذلك يتدنى خسوف السيار نفسه متى كان القمر عند ك وينتهي عند ل ويتدنى احجاب السيار عند وصول القمر الى م وينتهي عند وصوله الى ن

لو كانت الأرض عند س لكان الاستقبال على استقامة ش س وكان المشتري الى غربي الاستقبال فكان القمر يخفي وراء السيار قبل دخوله الظل اي الاحجاب يسبق وكان يتوسط بيننا

وبين السيار قبل وقوع ظلوه على السيار

فلما يتفق وقوع الأرض والأقمار بحيث تنتهي الظاهرة الواحدة قبل ابتداء الأخرى وذلك لا يحدث مطلقاً مع القمر الأول كما يرى من النظرة إلى فلكه  $\gamma$  ك ل فالحسوف يبتدئ عند  $\gamma$  والاحتجاب ينتهي عند ح وخسوف المشتري يبتدئ عند ك واحتجاب ينتهي عند ن وفي بعض هذه المدة يرى ظل القمر وجرمته على وجه السيار (انظر الصورة القائمة)

مق كانت الأرض عند ب أي عند استئصال المشتري يحدث الخسوف والاحتجاب معاً واحتجاب السيار وخسوفه معاً. أما القمر الأول والثاني والثالث فلا تخسف الثلاثة معاً وقد يتفق وقوع ظل قمرين على سطح السيار معاً. وقد شوهد على هذه الأقمار كلف وبيع ثمرك من جانب إلى جانب فاستفح أنها تدور بسرعة على محورها أما سروليم مرشل فيقول أنها تدور على محورها في نفس مدة دورانها حول السيار مثل قمرنا

(٢٩٦) كشف سرعة الدور بواسطة أقمار المشتري. في سنة ١٦٧٥ لاحظ هيرمان خسوفات أقمار المشتري تحدث قبل الأوقات المحسوبة لما مق كانت الأرض في بعدها الأقرب من المشتري وتأخر عن تلك الأوقات مق كانت الأرض على بعدها الأبعد منه وبسبب كثرة وقوع هذه الكسوفات بسهل استعمال معدل المدة بينها ومن ذلك تحسب للمستقبل فلو خط أنه لما كانت الأرض أقرب إلى المشتري كانت المدة تنقص عن المعدل  $8 \frac{1}{4} \text{ ث}$  ومق يحدث عنه تأخرت عن المعدل  $8 \frac{1}{4} \text{ ث}$  أي يتنقص للنور  $16 \frac{1}{2} \text{ ث}$  لكي يقطع فلك المشتري فتكون سرعته نحو ٢٠٠٠ ميل كل ثانية وذلك يوافق ما دل عليه المخراف الدور كما تقدم (١٩) ويختلف قليلاً عن سرعة النور حسب اختناقات فهو التي يوجبها تكون سرعة النور ١٩٤٠٠٠ ميل كل ثانية

(٢٩٧) بين حركات القمر الأول والثاني والثالث نسبة غريبة وهي أن طول الأول الآ ثلاث مرات طول الثاني + ٢ طول الثالث = ١٨٠ وحركة الأول النجبة + مضاعف حركة الثالث = ثلاث مرات حركة الثاني وهذا ولذلك لا يمكن أن تخسف الثلاثة معاً إلى مدة طويلة إذا يتنقص لذلك أن تتساوى في الطول فمكون مجموع طول الكل صفراً وذلك كما تبين من المشتري لا كما تبين من الأرض وقد حسب ورجحت من زيجاته اتفاق خسوف هذه الأقمار الثلاثة لا يمكن حتى بعد ١٢١٧٩٠٠ سنة ولو تغيرت حركة الثانية السنوية ٢٤" كان ذلك الاتفاق غير ممكن إلى الأبد

أن خسوف هذه الأقمار تحسب بكل تدقيق في المنهاج السنوي لها جرم مفروضة فإذا رُصدت في مكان آخر وعُيِّن الوقت بُعِثَ الفرق بين وقت تلك الماجرة ووقت المكان فُعرِفَ الطول غير أنه يتجمل



خطاه ٢٠ أو ٣٠ لعدم إمكان ملاحظة وقت الدخول أو الخروج بالتدقيق ولعوض الخطأ في زيجات المشتري وإقارو

بسبب إقار المشتري سهلت معرفة مادى وقد اتفق فيها الراصدون تقريباً وفي حسب أنكي  
 $\frac{1}{100}$  وحسب سغيفي  $\frac{1}{100}$  وحسب إيري  $\frac{1}{100}$  وحسب بسل  $\frac{1}{100}$  ريج المشتري هو  
 زيج يوفارد طبع سنة ١٨٢١ وزيج إقارو زيج داموسيو طبع سنة ١٨٢٦. وكلاهما يحتاج إلى اصلاح

### زُحَل

(٢٩٨) مدة دورانو ١٠٧٥٩٢ يوماً = ٢٩٤٥٠ سنة ومعدل بعده عن الشمس ٨٧٣١٢٤٠٠٠ ميل  
 ومباينة فلكه ٠٠٥٦ فيمكة الأبعد عن الشمس ٩٢١١٠٥٠٠٠ ميل والأقرب ٨٢٢١٦٤٠٠٠ ميل  
 وقطره الظاهر يختلف بين ١٤٦" في الاقتران و ٢٠٢" في الاستقبال فيكون قطره الاستوائي  
 ٧١٩٠٤ أميال وتسطيحه القطبي نحو  $\frac{1}{3}$  وثقله النوعي ٠٧ على افتراض الماء واحداً ويدور على  
 محوره في ١٧٢٩٦٠٠ وميل فلكه على دائرة البروج ٢٥° ٢٦'



شكل ١٢١ زُحَل على بعده الأبعد والأوسط والأقرب مع اختلاف رؤية حلقائه  
 (٢٩٩) على سطح زُحَل مناطق كما تقدم في المشتري غير أنها أقل وضوحاً من مناطق  
 المشتري والظاهر أن طبيعتها كما تقدم في مناطق السمار المذكور أي من ثقاء غيوم وأبخرة وعواصف  
 الآتية منضبة الشكل خلاف مناطق المشتري التي هي على خطوط مستقيمة كما يرى من الصورة التاسعة  
 فإن كانت هذه المناطق توازي خط الاستوائي يكون سطح ذلك الخط مائلاً على دائرة البروج على  
 زاوية ليست صغيرة وسرولم مرشل من رصد منطقة خمسة السهور من ٤ ك ١ سنة ١٧٩٢ إلى ١٦  
 ك ٢ سنة ١٧٩٤ عيّن مدة دورانو على محوره وقد رجم العلامة المشار اليها رأسه إقار زُحَل عند  
 الاحجاب بنصف نورها قليلاً قبل احجابها التام واستنتج من ذلك وجود كرة هوائية ومنظر جهات  
 القطبية تتغير بانتماها نحو الشمس أو عكسها وخطة الاستوائي مائل على سطح فلكه نحو ٢٨° فتشبه  
 فصوله من هذا القبيل فصول المريخ

لما نظر جليليو إلى هذا السمار أولاً بنظاره الصغيرة رأى متطاولاً يضيء الشكل فزعم أنه سمار

كثيره سياران صغيران بجانبه ثم رأى الصغرى من المزعمين يصغران مع بقاعها على نسبة واحدة الى  
السيار الكبير وضعاً حتى ثلاثياً فاختار هذا الفيلسوف حيرة وأخبر صاحبه كبلر باكتشافه حسب  
عوائد تلك الأيام بهذا اللغز

smaismrnilmepoetalemibvnenvgttaviras

معناه

Altissimum planetam tergeminum observavi

أي رأيت أبعد السيارات مثلاً

ثم باصلاح النظارات وتقويتها رأى هيوغنس بعد ٥٠ سنة ما حوّر جليليو أي الحلقات فاعلن

اكتشافه بهذا اللغز

aaaaaa ooooo d cecece g h iiii IIII mm nnnnnnnn pooo pp q rr s tttt uuuuu

معناه

Anrulo cingitur tenui plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato

أي السيار يحاط بحلقة دقيقة مسطحة كلها بعيد عن سطحه ومائلة على دائرة البروج

(٢٠٠) من غرائب هذا السيار الحلقات الثلاث المحيطة بوترى منها اثنان بنظارة معتدلة

القرّة ولاجل التمييز سُميت الخارجة A والتي داخلها B وبواسطة نظارة قوية ترسّ ثالثة C شفافة

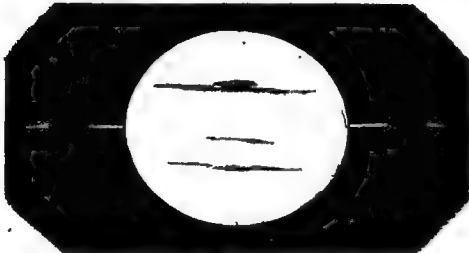


شكل ١٢٢

سُميت الحلقة الكريشمة وهذه الحلقات لا تختلف كثيراً عن دوائر صميحة غير أنها أراها هليجية لسبب  
الظن اليها بالبروب فإذا اتجهت حافتها نحو الأرض تخفي عن النظر ولكونها تقي متوازية لنفسها  
أبداً نجه حافتها نحو الأرض كل سنة مرّين كما يتضح من شكل ١٢٢ و سطح الحلقات مائل على دائرة

البروج ٢٨ ١١ وطول عقدها الصاعدة ١٦٧ ٢٩ ٢٦ = ١٨ السنبلة وطول النازلة  
 ٢٤٧ ٢٩ ٢٦ = ١٨ الموترين وذلك لسنة ١٨٦٠ وهو يزيد كل سنة ٤٦ ٤٦٢ فعند الاولى  
 تصعد الارض من تحت سطح الحفلات الجنوبي الى فوق سطحها الشمالي وبالعكس عند الثانية  
 وجرم السيار ليس في مركز الحلقة تماماً بل القسمة بينها الشرقية على معدل بعد زحل من  
 الارض هي ١٢٨٨ ١١ والفرصة ١٠٧٣ ١١ ولولا ذلك ودورانها حول السيار لسقطت اليه بالجماذية  
 اما قياسات الحفلات على معدل بعد السيار فهي حسب رصد سنويف

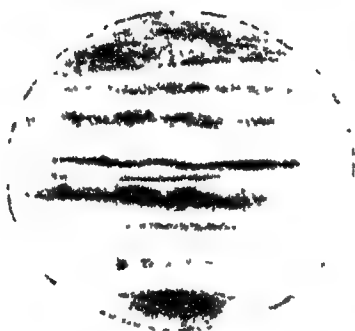
قطر الحلقة الخارجية من الخارج الى الخارج	٤٠ ٠٢٥ = ١٦٩٥٢٠ ميل
" " " " داخل الى داخل	٢٥ ٢٨٩ = ١٤٩٢١٠
عرض " " "	٢ ٤٠٣ = ١٠١٦٠
قطر الحلقة الداخلية من الخارج الى الخارج	٢٤ ٤٧٥ = ١٤٥٧٦٨
" " " " داخل الى داخل	٢٦ ٦٦٨ = ١١٢٧٥٨
عرضها	٢ ٩٠٢ = ١٦٥٠٢
المسافة بين الحفلاتين	٤٠ ٨ = ١٧٢٥
بعد الحلقة من سطح السيار	٤ ٣٢٩ = ١٨٢٤٦
قطر السيار الاستوائي	١٧ ٦٠ = ٧٤٤١٧



شكل ١١٣

وقد حسب سروليم هرشل عن الحفلات ٢٥٠ ميلاً وقد حسب العلامة بوند ٤٠ ميلاً والرأي  
 الأرجح ان مادها سيال لاجامد وعند مرور الارض بسطح الحفلات ترى كما في شكل ١٢٢ و ١٢٤  
 (٣٠١) يتضح ما تقدم من جهة اخفاء الحفلات بشكل ١٢٣  
 فيوزحل في اقسام مختلفة من فلكه وفلك الارض داخل فلك زحل



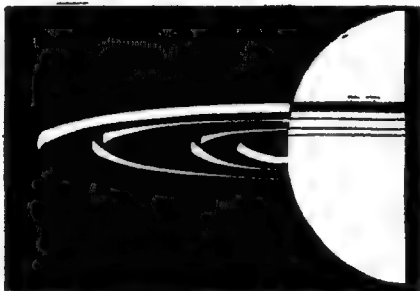


الصورة التاسعة





فلو كانت الأرض عند م زُحَل عند ب تُرى الحلقات على خط عمودي فتكون دائرة تامة وعند س تُرى حلقة وعند د تختفي وهم جراً وتختفي لان عمقها نحو ٢٥٠ ميل على قول البعض و ٥٠ ميلاً على قول آخر وذلك لا يُشعر به على بعد الأرض من زُحَل. اما نور حلقة زُحَل فنور مندفع من الشمس كما يتضح من اختفاء الحلقات اذا توجه نحو الأرض الوجه منها الذي الى خلاف جهة الشمس فلا تُرى الحلقة وقد يرى ظل السيار على الحلقات



شكل ١٢٤ رؤية زُحَل عند اختفاء الحلقات

(٢٠٢) عبور سطح الحلقات بقطر فلك الأرض بسبب بطء حركة زُحَل ينتضي له سنة ليكن دي ف فلك الأرض (شكل ١٢٥) و اب س قطعة من فلك زُحَل ولنفرض سطح الفلكين يوافق سطح القرطاس و سطح الحلقات مائل على سطح القرطاس نحو ٢٨° وملتقى السطحين المشترك على خط اد او ب غ او س ف . فحسباً تقدم بعد زُحَل عن الشمس ٩٠٥٤ أمثال بعد الأرض عن الشمس فلنا

ش ا ش د = ١ : ٩٠٥٤ : ١ : ٢٢٠٠٠٠  
وفي ٦' ا فتكون اش س ١٢' ٣' او

افرض ش ا = ر

ش د = ر

اش س = ا - الزاوية عند الشمس التي تقسمها اس فلان اش ب = ش ا د لنا

حسب ١ : ٢٢٠٠٠٠ = ١ : ٨٢٠٠٠ اي ١ - ١٢' ٣' كما تقدم

ومن حركة زُحَل المعروفة نستعلم انه يمر على ١٢' ٢' في ٢٥٩٦ يوم اي ٦ ايام اقل من سنة



فحينما يمر زحل من ا الى س تكون الارض قد دارت دورة كاملة الا قليلاً اما وجود السيارعد ا فقد يوافق اية نقطة كانت من فلك الارض فيعوقف اخفاؤه الحلقات على موقع الارض بالنسبة الى السيار

### لاخفاء الحلقات ثلاثة اسباب

- (١) توجه حدها نحو الارض فلا ترى الا بظايف قوية جداً لان عنها حسب قول هرشل ٢٥٠ ميلاً وحسب قول بوند تقابل زاوية ٠.٠١" اي عنها ٤٠ ميلاً فقط كما تقدم
  - (٢) توجه حدها نحو الشمس فلا يقع نور على سطح من سطحها
  - (٣) وقوع سطحها بين الارض والشمس فيقع النور على السطح غير المنحبه نحو الارض
- اما الاخفاء من قبل السبين الاولين فده وجيزة فقط لان الخط الموصل بين العقدتين يمر على قطر الشمس باقل من يومين ويططر الارض بنحو ٢٠ دقيقة اما الثالث فيد تخفي عما شهوراً وسيقع ذلك في سنة ١٨٧٤



شكل ١٢٥

اذا كانت الارض عند ف والسيارعد ا يمر الارض على ل غ فيا يمر خط العقدتين من ا الى ب فيتلاقيان ويمر احدهما بالآخر والارض بين غ و د عند ك مثلاً فيقع سطح الحلقات بين الارض والشمس فتختفي الحلقات نحو شهرين وبعد مرور خط العقدتين على الشمس يقع النور على السطح المنحبه نحو الارض فتظهر الحلقات ايضاً وقيل ما تكمل الارض نصف دوراتها د ي ف يكون الخط المشار اليه قد مر على قطر دائرة الارض تاركاً اياه عند ف

اذا كانت الارض قد تقدمت من ف الى ل مثلاً عند وصول خط العقدتين الى د تمر الارض و بين ك و د فيحبه السطح المظلم نحونا ويمر الخط بالشمس عند وصول الارض الى منتصف د ي فتظهر الحلقات ولكن قبل وصول الخط الى س ف تلتف الارض وتوثق ايضاً فيحبه الجانب المظلم نحونا فتختفي الحلقات مرتين في سنة وقد يتصل الاخفاء الاول من مدين بالتاني فتطول بذلك مدة الاخفاء نحو ٨ اشهر

الوجه الشمالي من الحلقات يتوزع بالشمس متى كان طول السيار الشمسي بين  $172^{\circ}$  و  $22^{\circ}$  و  $241^{\circ}$  و  $30^{\circ}$  والجوهر متى كان طول الشمس بين  $204^{\circ}$  و  $23^{\circ}$  و  $161^{\circ}$  و  $20^{\circ}$  وأعظم فتح الحلقات متى كان طول الشمس  $77^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  او  $207^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  ومتى اتجه جانب الحلقات المظلم النما يرى السيار مستديراً على سطحو مناطق وعلى خط الاستوائي خط دقيق اسود وذلك لا يحدث الا اذا كان بين السيار واحدى العقدتين لحقاته اقل من  $6^{\circ}$  ١

(٢٠٢) اما روية الحلقات من السيار فمن نصفه يرى سطح الحلقات الذي نحو الشمس فظهر مثل قنطرة زرقاء في الجو عرضها وارتفاعها مختلفان باختلاف عرض المكان على السيار ويبدو السطحان ويظلمان كل ١٥ سنة على التعاقب وقسم من الحلقات في خسوف أكثر الوقت لوقوع ظل السيار عليه والشمس مكسوفة مدة طويلة في النصف المتوجه اليه سطح الحلقات المظلم (٢٠٤) لزحل ثمانية اقمار ولاجل حفظ اسمائها نظم هرشل بيت شعر لاتيني تضمن فيها اسماءها

من الابد الى الاقرب وهو

*Iapetus, Titan, Rhea, Dione, Tethys, Enceladus, Mimos.*

غير انه قد فسد نظم بكشف لاسل ويوند قرأ ثامناً سنة ١٨٤٨ سمياً هيريون وهو صغير جداً وموقع بين يابيتوس وتيتان . الداخلي منها لا يرى بنظارة بلورة الشج فيها اصفر من ٦٠ فراريط قطراً اما الاكبر تيتان فيرى مثل نجم من القدر الثامن او التاسع



افلاك سبعة من هذه الاقمار توافق سطح خط السيار الاستوائي تقريباً و سطح الحلقات ايضاً اما الابد يابيتوس فعكسه مائل على السطح المشار اليه نحن  $12^{\circ}$  و  $14^{\circ}$  فترى السبعة من كامل نصف كرة السيار ايذان لم تخف بظلاله

شكل ١٣ زحل واقاره

نظارة بلورة الشج فيها ٢ فراريط قطراً تري تيتان و ٤ فراريط تري يابيتوس ورها وديوني و ٥ فراريط تري نيس اما مياس ومهيرون فلا يريهما غير اقوى النظارات الموجودة وهذا جدول مباديها  
 $\lambda$  = طول نقطة الرأس لها بالنسبة الى سيارها  
 $\pi$  = طول النقطة من افلاكها الاقرب الى الشمس

تاريخ	رقم	رقم	قطر		مدة تجبة	امال	معدل		الكشف	تاريخ	اسماء
			الامال	قطر			معدل	ظاهر			
١٧	١٧٠	١٧٠	١٠٠٠	١٣	٢٧٢٢	١٢٠٨٠٠	٢٢٦٠	٢٦٧٨٠	سرمم موش ١٧٨٩ الجول ١٧	٧	(١) مياش
١٥	١٢٤	١٢٤	?	?	١٢٧٠٥	١٥٥٠٢٥	٤٢١٢	٢٤٢٨٠	" " آب ٢٨	٦	(٢) انكلادس
١٤	١٠٧	١٠٧	٥٠٠	١٨	١٨٢١	١٩١٩٤٨	٥٢٢٦	٤٢٥٧٠	كاسيني ١٦٨٤ اذار	٥	(٣) قيس
١٢	٨٤	٨٤	٥٠٠	١٧	٢٧٣٤١	٢٤٥٨٧٦	٦٨٢٦	٥٤٠٤٠	" " اذار	٤	(٤) ديوي
١٠	٦٠	٦٠	١٢٠٠	١٧	٤٠١	٢٤٢٤١٤	٢٥٥٢	١٦١٦	١٦٧٢	٢٠	(٥) رها
٨	٢٢٣٥	٢٢٣٥	٤٢١٥	٢٢	٢٢١٥	٧٦٦١٥٧	١٤٥	٥٦٥٥	١٦٥٥ اذار ٢٥	١	(٦) تيان
١٧	٢٠	٢٠	?	?	٢١٢٦	٧٢١١٠٠	٢٨	٢٢٢	موش واصل ١٨٤٨ الجول ٢٩	٨	(٧) ميريون
٩	٠٩	٠٩	١٨٠٠	٢٢	٢٢٧٩	٢٢١٢٨٢٥	٢٥٩	٢٤٠٢	١٦٧١	٥٢	(٨) كاسيني



قوس تعدل قطر قرنا الظاهر

بعد ما كشف كاسيني يايمتوس اخفى عنه ايضا ثم وجهه ثانية بنظارة اكبر فحقق ان نوره يختلف قوة وقد أكد ذلك سرولم هرشل فوجد ان نوره يقل بيضا يمر على النصف الشرقي من فلكه واضعته عدد ٧ بعد الاستقبال والنتيجة ان هذا السيار يدور على محوره وان بعض الاقسام من سطحه اصلىح من بعض لتعكس النور حتى ان بعضه يكاد لا يعكس من النور شيئا

(٢٠٥) مادة زحل بالنسبة الى الشمس في حسب نيوتون  $\frac{1}{4300}$  وحسب لابلاس  $\frac{1}{4300}$

وحسب بوفارد  $\frac{1}{3511}$  وحسب بسل  $\frac{1}{3500}$  ومادة كل نظام زحل لا تختلف كثيرا عن  $\frac{1}{3475}$

قطر الشمس الظاهر عند زحل = ٢ ومغزها بين السماوات عند هو على ما يأتي. عطارد ١٩' الزهرة ٢١' الارض ٦' المريخ ٩' المشتري ٢٢' فالتاخر من زحل لا يرى من السماوات غير المريخ والمشتري ولا يرى المريخ بسهولة

بسبب بطوه حركة زحل جعله الكياويون عبارة عن الرصاص

لاستعلام موقع زحل يعتمد حتى الآن على زيج بوفارد المطبوع في سنة ١٨٢١ اما اقاربه فلم يصنع لما زيج بعد

### اورانوس او هرشل

(٢٠٦) اورانوس يدور حول الشمس في ٢٠٦٨٦٧ يوما اي ٨٤ سنة ونصف ومعدل

بعده  $1703801.05$  ميلا ومباينة فلكه  $0.4667$  اي اقل قليلا من مباينة فلك المشتري

فهبليغ معظم بعده عن الشمس  $183070.825$  ميلا واقربه اليها  $1672.001276$  ميلا وقطره

الظاهر على معدلوه  $3.9$  وقطره الحقيقي نحو  $42300$  ميلا وقد حسب له مبدلر تسطيحا قطبيا

$\frac{1}{3}$  وانكر ذلك غيره وربما يكون مسطحا عند قطبيه بدون ان يكون ذلك ظاهرا كل حين لان

الشيء يكثر اذا نظر اليه على خط يوازي محوره يرى مستديرا بالتمام وميل خطه الاستوائي على فلكه

نحو  $76$  وثقله النوعي  $8$  وميل فلكه على دائرة البروج اقل من درجة واحدة .

اكتشافة في ١٢ اذار سنة ١٧٨١ كان سرولم هرشل برصد بعض النجوم الصغار بقرب

H الثوابن فوقع نظره على نجم مختلف عما في جواره فتوى قوتات نظارته فوجد قطره الظاهر يد

بهك الواسطة خلاف النجوم الثوابت ثم عين موقعه وروصه مدة فوجد له حركة  $\frac{1}{3}$  كل ساعة وعلم

بذلك الجمعية الفلكية الملكية فصار كل علماء الفن يرصدونه واخذوا يحسبون له فلكا شلجيا وان

طابقت حساباتهم على الواقع بعض الايام ظلت عن قريب حتى انتهى لتكمل الى الصحيح وموان

السيار الجدد دائر في فلك هليلجي يختلف عن دائرة قليلاً جداً  
ثم وقعت المناقشة من جهة تسميته فقال سروليم هرشل يُسمى نجم جاورجوس اكراماً للملك  
جاورجوس الثالث ملك انكلترا وقال لابلاس بل يُسمى هرشل اكراماً لكشفه وقال بعضهم كنا  
واخرون كنا الى ان قال بود بل يُسمى اورانوس فغلب عليه هذا الاسم  
لورصد هرشل ذلك القسم من الثمانيات قبل باحد عشر يوماً اي في ٢ اذار عوضاً عن ١٢  
اذار لما فاتته حركة هذا السيار لانه كان يومئذ في نقطة الوقوف في فلكه باعتبار الارض وكان  
قد تعين قبل ذلك نجماً ثابتاً في عدة قوائم  
للثمانيات



قد حسب بعضهم ان السور الذي يستند  
اورانوس من الشمس يعدل نور ٣٠٠ بدر مثل  
بدرنا . ومنه يشاهد رجل وربما المتعري ولا  
تُرى سائر السيارات  
مضى كان في الاستئصال يرى بالنظر المجرد  
اذا عرف الناظر موقعه

على قول سروليم هرشل محور اورانوس في  
سطح فلكه فيدور حول الشمس ترم الشمس  
دائرة حوله على خط لولبي فتكون في سمت  
الراس للقطبين على التعاقب

قد شوهدت عليه وقع وكلف منها استتيع  
دوران على المحور من الشمال الى الجنوب

قال البعض بثنائية اقمار لاورانوس وقد شكل ١٢٧ ميل افلاك اقمار اورانوس على دائرة البروج  
تأكد منها اربعة ولا تُرى الا باقوى النظارات وميل افلاكها على دائرة البروج ١٠١°  
ثم ١٨٠° - ١٠١° - ٧٩° فتكون حركتها بين عقدها الساعة وعقدها النازلة (اي النصف  
الثاني من افلاكها) من الشرق الى الغرب باعتبار البروج

مقطع الشمس	متى نجمة	معدل بعد		المكتشف	زمنه اكتشافها	
		أميال	$\frac{1}{\text{ق}}$ $\frac{1}{\text{ث}}$			
١٢	٢٠٥٢ ٢٨ ٦ ٢٥ ٢	١٢٢٨٤٩	٧٤٤١٤	لاسيل ١٨٤٧ ايلول ١٤	٢	(١) ارييل
١٥	٤ ١٤ ٢٧ ٣ ٤	١٧١٢٢٩	١٠٢٧٨	أوتستوف ١٨٤٧ م ٨	٤	(٢) أمبريجيل
٢٣	٨ ٧١ ٥٥ ١ ٦	٨٢٨٠٨٦٩	١٧٠١١١	سولم هرشل ١٧٨١ ك ١٢	١	(٣) تيتانيا
٤٤	١٢ ٤٦ ٦ ١ ١	٢٧٥٦٤٨	٢٢٧٥	" " " "	٢	(٤) اوبرون

ميل افلاكها  $\pm ٧٩$  مياية جرتية حركة متعقبة

من رصد لاسيل في ماطة سنة ١٨٥٢ حُيِّت مبادي تيتانيا واوبرون كما هو ادناه

(٢) تيتانيا  $\frac{1}{\text{ق}}$  فلكه على معدل بعد السيار  $٣٢'' = ٢٨٨٠٨٠$  ميلاً

طول العقدة الصاعدة  $٢٥^\circ ١٦٥'$

ميل فلكه  $٣٤^\circ ١٠٠'$

(٤) اوبرون  $\frac{1}{\text{ق}}$  فلكه على معدل بعد السيار  $٤٥٢'' = ٢٨٤٣٣٠$  ميلاً

طول العقدة الصاعدة  $٢٨^\circ ١٦٥'$

ميل فلكه  $٢٤^\circ ١٠٠'$

من حركات هذه الافلاك قد استُعِلِم مادة اورانوس وهي تُحسب انكي  $\frac{1}{٢٤٩٠٥}$  وحسب ميدلر

$\frac{1}{٢٤٥١٦}$  وحسب لامونت  $\frac{1}{٢٤٦٠٥}$  وحسب ادمس  $\frac{1}{٢١٠٠٠}$  وحسب بوفارد  $\frac{1}{١٧٩١٨}$  وهذه القيمة الاخيرة

قد تحققت زيادتها عن الصحيحة

لاستعلام مواقع اورانوس يستخدم زيج بوفارد المطبوع سنة ١٨٢١ غير انه ليس بصحيح والى الآن

لم يُصنَّع غيره

## نبتون ٢

(٢٠٧) معدل بعد عن الشمس  $٢٧٤٦٢٧١٢٢٢$  ميلاً ومباينة فلكه  $٠٠٠٨٧$  فيكون

معظم بعده  $٢٧٧٠٢١٧٣٤٤$  واقلة  $٢٧٢٢٢٢٠١٢٩$  ميلاً ومدته  $٦٤٦$  سنة  $= ٦٠١٢٦$  يوماً

وقطر الظاهر يختلف بين  $٢٦''$  و  $٢٨''$  فيكون قطر الخفي  $٢٦٦٢٠$  ميلاً ولا يُعرف له تسطح

قطبي وحركته كل ساعة  $١٢٠٠٠$  ميل ومدته دوران على محوره مجهولة الى الآن وكتافته نحو  $\frac{1}{٤}$

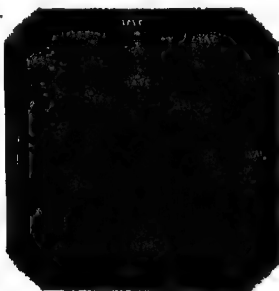
كثافة الارض

منذ نحو ٤٦ سنة اخذ العلامة الكسب بوفارد في اصطناع زيج لحركات اورانوس وفي حساباته المبنية على رصد السيار قبل اكتشاف كوتو سياراً مع التي جرت بعد اكتشافه لم يستطع ان يجعل حساباته يطابق على نوعي الرصد فترك الاول وتمسك بالثاني فصنع زيجاً لم ينزل مستقدياً الى الآن غير انه ليس بصحيح وذلك ليس من خلل في الزيج بل في اختلاف حركات اورانوس لم يكن معروفاً قبل وزعم بوفارد نفسه ان ذلك من قبل سيار آخر فلكه خارج فلك اورانوس وهكذا زعم كثيرون من علماء الهيئة في ذلك الوقت وفي كانون الثاني سنة ١٨٤٢ شرع الاستاذ ادمس بحسب موافق سيار خارجي مزعم وجوده بناء على اضطرابات اورانوس وبعد ما اشتغل بذلك نحو سنتين ارسل نتائج حساباته الى سرجاوج ابري مدير مرصد كرنيج ولكن لم يشهر شيئاً من ذلك في وقتها

وفي صيف سنة ١٨٤٥ اخذ لافريير برامح حركات اورانوس وفي آخر تلك السنة اشهر مؤلفاً يبرهن عدم امكانية صدور اضطراب اورانوس من زحل ولا المشتري وفي حزيران سنة ١٨٤٦ اشهر مؤلفاً ثانياً يبرهن بان ذلك من قبل سيار خارج فلك اورانوس وحسب له فلكاً كما كان ادمس قد فعل قبل ووصلت منه نسخة الى سرجاوج ابري في ٢٢ الشهر فلما رأى موافقة حسابات لافريير حسابات ادمس الي يترارسل الى الاستاذ شالس من كبريدج في ٩ تموز يطلب اليوان ينتش على السيار بنظاريه فشرح بذلك في ١١ تموز وفي ٢٩ ايلول وجد السيار وكان الدكتور غال من برلين ايضاً ينتش على السيار فوجد نتاجه اياه في ٢٢ ايلول وفي ٢٤ منه تاكد انه هو موقعه الذي وجدته فيو غال طول شمسي ٢٢٦° ٥٢'

" بحساب ادمس ٢٢٩° ١٩'

" بحساب لافريير ٢٢٦° .



شكل ١٢٨

من شكل ١٢٨ يتضح فعل هذا السيار في اورانوس فيو زيم فلك اورانوس ونبتون من سنة ١٧٨١ الى ١٨٤٠ فمن ١٧٨١ الى ١٨٢٢ يرى من توجه السهام ان جاذبية نبتون اسرع حركة اورانوس فظهر مقدماً عن الموضع المحسوب له وفي سنة ١٨٢٢ كان في الاقتران وفعل نبتون انما هو جذب اورانوس الى ابعد عن الشمس بدون ان يؤثر في طولهما ومن سنة ١٨٢٢ الى ١٨٣٠

آخر نبتون اورانوس في حركته حتى لاثني زيادة الطول المكتسب منذ ١٧٨١ وبعد سنة ١٨٣٠



تغيرت علامة الخطاء من + الى -

لم يرَ عليه مناظر ولا كلف فلا يُعرف مدة دورانه على محور  
لنبتون قمر واحد كشفه لاسل ويوند في سنة ١٨٤٦ وزعا بان غير ان ذلك لم يؤكّد بعد  
بعد القبر عن السيارة على افتراض  $1 - 3$  هو  $120000$  اي  $220000$  ميل ومدة النجبة  
 $8^{\circ} 11' 10'' - 8^{\circ} 17' 0''$  ومعظم نايو ١٨ وهو على قدر نجيم من القدر الرابع عشر وحركته متفرقة  
اما مادة نبتون فقد اختلفوا فيها وهي حسب اوثوسكروف  $\frac{1}{14464}$  وحسب بيرس  $\frac{1}{18780}$  وحسب  
ويوند  $\frac{1}{19600}$  وحسب سافورد  $\frac{1}{30000}$

لا يرى عن نبتون من السيارة غير زحل واورانوس  
الريج لنبتون المعتمد عليه هو زيج العلامة سيمون فوكوسب من المرصد الاثني في واشنطن

## الفصل الحادي عشر

### في مبادئ افلاك السيارات

(٢٠٨) ان الناظر الى السيارات من سطح الارض يرأى من خارج مركز حركتها وخارج  
سطوح افلاكها وكل رصد على سطح الارض يقتضي احالته الى مركز الشمس ثم من المعينات والفصلات  
تُحسب مبادئ قطع مخروطية في المواقع المعينة وتكون الشمس في المحترق ويتقضي لذلك  
معرفة الصعود المستقيم والميل في ثلاثة مواضع ثم لكي يُحسب موقع سيار في وقت مفروض يقتضي  
معرفة سبعة اسماء تُسمى مبادئ فلكه وهي

- (١) مدة دورانه حول الجرم المركزي
- (٢) معدل بعده عن الشمس اي نصف قطر هليوترو الاعظم او البعد الاوسط
- (٣) طول العقدة الصاعدة =  $\delta$
- (٤) ميل سطح فلكه على دائرة البروج =  $\epsilon$
- (٥) مهابية فلكه اي نسبة بعد المحترق عن المركز الى بعده عن المحيط =  $e$
- (٦) طول نقطة البعد الاقرب اي نقطة الرأس =  $\pi$
- (٧) موقع السيارة في وقت ما معين

فالثالث والرابع غنصان بوضع سطح فلكه والثاني يعين مساحة فلكه والخامس هيئة  
(٢٠٩) موقع الشمس تُعرف من موقع الأرض وبالعكس لأنه بين طولها وعرضها ١٨٠  
ابتداءً وموقع القمر الظاهر موقعة الخفي لانهما في مركز حركته والطول والعرض لما يُعرف من  
صعودها وهبوطها بحساب المثلثات الكروية كما تقدم (عكس) فصاعداً والامرئس كذلك في السيارة  
فيقتضي ان نقول رؤياها من الأرض الى ما كانت لو نظرت اليها من الشمس اية في عرف علم الهيئة  
مفروض موقع سيار الأرضي مطلوب موقعة الشمس

(٢١٠) المبدأ الأول مدة الدوران . نستعلم من رصد المدة بين وصول سيار الى عقدة الى  
ان يعود الى تلك العقدة ثانية . ففى كان السيار عند العقدة اي عند نقطة تقاطع فلكه ودائرة  
البروج يُرصد الصعود المستقيم والميل ويُحسب لآوقات متعددة ومنها يُحسب الطول  
والعرض ففى كان العرض صفراً لنا وقت مرور السيار بالعقدة وان كانت بين عرضين محسوبين  
يكون واحد منها شالماً والآخر جنوبياً فيستعلم وقت الوصول الى العقدة بالنسبة وتذكر هذه الرصد  
عند رجوع السيار الى العقدة فتستعلم مدته ويُصلح اصلاً جزئياً بسبب تقعر العقدة وتستعلم المدة  
ايضاً برصد المدة بين اقتران واقتران واستقبال واستقبال كما تقدم في القمر . مثاله عبور عطارد  
عند الاقتران الاسفل اذا عُرِف وقت حدوثه مرتين . فانقسم المدة بينهما على عدد دورات في تلك  
المدة فيخرج معدل مدته القانونية

(٢١١) الامر الثاني بعث عن الشمس

ان كان السيار اسفل يستعلم بعث عن الشمس هكذا

ليكن ش (شكل ١٢٩) الشمس وي الأرض وس السيار . قس

القياسين الاعظم ش ي س ثم قل ا ب ق : جيب ش ي س : ش ي :  
ش س وان كان الخفي هليجاً تستعلم ش س مراراً عديدة فتختلف قيمته  
ومتى كثرت هذه القياسات يُعرف معدل البعد . اما السيارات العليا فتستعلم  
بعدها عن الشمس بوجد تقعرها عند الاستقبال لانه كلما زاد بعد السيار



شكل ١٢٩

قل تقعر الظاهر من قبل حركة الأرض

ليكن ش الشمس (شكل ١٣٠) ي الأرض وم سيار من السيارات العليا ولتجري على ي



شكل ١٣٠

في مدة قريبة مثل يوم واحد ويمر على م في  
بلك المدة نفسها واذا قد عُرِف مدة دوران

ي وم كما تقدم تعرف الزاوية ي ش ي والزاوية م ش م فتعرف فصلتها م ش ي . ارم

الخط  $Y-M$  وأخرجه حتى يلاقي  $S$  في  $K$  وارسم  $Y-R$  يوازي  $S-K$  فالزاوية  $K-Y-R$  هي قياس التغير في يوم واحد أي في مدة مرور الأرض على  $Y$  والسيار على  $M$  وتعرف بالرصد والزاوية  $S-K-Y = K-Y$  فتعرف الزاوية الثالثة  $K-Y-S$  فتعرف في المثلث  $M-S-Y$  كل الزوايا والضلع  $S-Y$  فيستعمل من ذلك  $S-M$  وهذا العمل يكرر عند كل استقبال فيعرف معدل البعد عن الشمس



شكل ١٣١

(٢١٢) الامر الثالث طول العقدة الصاعدة لتكن  $S$  الشمس (شكل ١٣١) وي ن غ فلك الأرض وود ق قسماً من فلك سيار و س د ل قسماً من قوس في سطح دائرة البروج بقطع فلك السيار في د فيكون  $S-D$  خط العقدين وليكن  $Y-A$   $S-A$  خطوطاً متوازية نحو الاعتدال الربيعي ولنفرض الأرض عند  $Y$  والسيار عند العقدة د فتكون النقطي ود و  $S$  في سطح دائرة البروج و  $اي د =$  طول د و  $اي س =$  طول الشمس . وإذا استعمل هذين الامرين نعرف فصلتها  $S-Y$  ثم لنؤثر السيار دورة كاملة حتى يعود الى د ايضاً وتلك الأرض حينئذ عند

ف فيستعمل كاتدم الطول  $A-F$  وطول الشمس  $A-F$  وفصلتها  $S-F$  د وإذا قد عرفت المدة بين  $Y$  وف يعرف  $S-Y$   $S-F$  والزاوية  $Y-S-F$  فيعرف  $Y-F$  والزاوية  $S-Y-F$  و  $S-F$  فيعرف  $D-Y-F$  و  $D-F$  في الضلع  $Y-F$  معروف فيستعمل ف د وفي المثلث  $S-F-D$  لنا  $S-F$  و  $D-F$  و  $S-D$  فيستعمل ف  $S-D$  . اخرج منها  $A-S$  ف (- كال  $A-F$  ) فتبقى  $A-S =$  طول العقدة الشمسي ويتكرار هذا العمل استعمل تنهقر العقدة وهو بعض الدقائق في كل مئة عام

(٢١٣) الامر الرابع ميل فلك السيار على دائرة البروج

استعمل من التريجات وقت اتفاق طول الشمس وطول العقدة الشمسي واستعمل لتلك اللحظة طول السيار الأرضي وعرضه الأرضي ثم (شكل ١٣٢)

ليكن  $Y$  الأرض و  $S$  الشمس وف موقع السيار و ن و خط العقدة على استقامة  $Y-S$  و  $A$  جهة الاعتدال الربيعي . ارس  $م$  ف واجله نصف قطر وارسم سطح كرة بقطع

دائرة البروج على قوس ب ب س ومن ف ا رسم القوس ف ق عمودياً على ب س . اي و طول الشمس = آ ش و طول المقعدة الشمسي . واي ق طول السيار الارضي وفي المثلث الكروي ب ف ق ذي القائمة عند ق ف ق قياس العرض المستعمل وب ق قياس فصلة اي ق واي ش وب ق الزاوية بينهما اي ميل احداهما على الآخر وهو المطلوب



شكل ١٢٢

$\frac{1}{2} ق \times جيب ب ق = ماس ف ق$  في نظير ماس ف ب ق

(٥٨)  $\frac{جيب ب ق}{ماس ف ق} =$  ونظير ماس ف ب ق

(٢١٤) لاجل استعمال طول سيار الشمسي وعرضه الشمسي

لتكن ش (شكل ١٢٢) الشمسي الارض ي ب س فلكها ف السيار ي ا ش آ جهة الاعتدال الربيعي . ا رسم ف ق عمودياً على سطح فلك البروج اي ق = طول السيار الارضي وآ ش ق طوله الشمسي وفي ق = العرض الارضي وفي ش ق العرض الشمسي وفي ف



شكل ١٢٣

اي تبين السيار عن الشمس في قوس يُعرّف من الرصد . ش ي القطر الحامل للارض وش ف القطر الحامل للسيار معرونان ايضاً فيستعمل في والمثلث ف ي ق ذو قائمة عند ق فيستعمل ي ق . وفي المثلث ق ي ش معروف ي ق وي ش

والزاوية ق ي ش (- اي ش - اي ق) فيستعمل ق ش ي وق ش . اطرح ي ش آ (اي كمال اي ش) من ق ش ي فتعرّف آ ش ق وهي طول ف الشمسي . ثم في المثلث

ف ش ق القائم الزاوية لنا ش ق وش ف فنستعلم ف ش ق اي العرض الشمسي  
(٢١٥) الامر الخامس والسادس اي مباينة فلكه وطول نقطة الرأس اية نقطة البعد  
الاقرب الى الشمس (شكل ١٢٤)



شكل ١٢٤

يتمين في فلكه ثلاث نقط م ون وف  
حسب ما تقدم فهكون س م س ن س ف  
اقطار حاملة ارس م ن ف فيعرف المثلثان  
م ن س ن ف س اخرج م ن حتى تكون  
نسبة ن ر م ر م س م س فتتمين  
نقطة ر واجمل ن ل ف ل ن س  
ف س فتتمين نقطة ل وارسم الخط ص ص  
مأرا على رول فهو الخط المرشد لنقطع

المخروط المار في م ون وف ارس على اعدة من س م ون وف فمحور الخفي هو في ك س بعد  
اخراج النسبة س م م غ في النسبة لكل نقطة من الخفي . انظر كتابي في العالم صيغة ٢٦٢  
ارسم د عمودا على ك س فالزاوية ل ن س في الزاوية الخارجة للمثلث ن ف س وهي  
معروفة . اطرح منها م ن س تبقى ل ن ر ولنا الضلعان ل ن ن ر فنستعلم الزاوية عند ر  
ولنا م ر من المثلث م غ ر فنستعلم م غ والزاوية غ م ر و ١٨٠ - (غ م ر + م س) =  
م س د وم س معروف فنستعلم د س . وغ م + د س = س ك اي بعد المحترق عن الخط  
المرشد فلاجل استعمال البعد الاقرب انقسم س ك بحيث تكون نسبة س ا : ا ك = س م : م غ  
فنقطة ا هي البعد الاقرب

وللبعد الابعد اخرج ك س الى ب بحيث تكون نسبة س ب : ب ك = س م : م غ فتكون  
نقطة ب البعد الابعد

انصف اب في س واقسم س س على اس فالخارج مباينة الفلك  
اما طول نقطة البعد الاقرب فيعرف من م س لان طول س م يعرف من اول العمل  
بالرصد كما تقدم

في معرفة اقطار الاجرام بالمقابلة بين افلاك اقمار دائرة حولها  
(٢١٦) معرفة اقطار الميولي في الاجرام العموية امر مستغرب عند عامة الناس ولكنه معروف  
بالتدقيق من قواعد المجاذبية العامة

لنفرض ج = جاذبية جرم وم = قدر الميولي فيو ويعد د فقد تقدم ان ج يخفربا لاسفانة  
تقدير الميولي فيو وبالقلب كمرجع البعد اي ج  $\infty$   $\frac{1}{2}$  وقد تبرهن ايضا ان قوة التجاذبة تنغير  
كالبعد وبالقلب كمرجع المدة اي كالبعد مقسوما على مربع وقت الدوران اي ج  $\infty$   $\frac{1}{2}$  حيث و =  
وقت الدوران فبال مساواة  $\frac{1}{2}$   $\infty$   $\frac{1}{2}$  اي مقدار الميولي في جرم مركزي هو ككعب البعد  
وبالقلب كمرجع مدة الدوران اسية مكعب البعد على مربع وقت الدوران فللقابلة بين الشمس التي  
تدور حولها الارض والارض التي تدور حولها القمر لنا

$$\frac{338150}{127421} : \frac{91143000}{14959786} :: 33804801 : 33804801 \text{ قريبا اي الشمس } 33804801 \text{ مرة اكبر من}$$

الارض وعلى هذا الاسلوب قد استعمل ان قدرها = ٦٧٤ مرة قدر السيارات جميعا معا  
مثال ١ لو كانت مادة الارض تعدل مادة الشمس فبكم من الوقت كان القمر يدور حولها  
على افتراض بعده مثل بعدو الآن

$$\text{ليكن ك الوقت المطلوب فلنا } 33804801 :: \frac{1}{(127421)} : \frac{1}{(14959786)} = \frac{1}{2} = 0.5$$

مثال ٢ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور القمر حولها في نفس مدته المحاضرة اذا بعد  
عنها ثلاثة امثال ما هو الآن

مثال ٣ بعد المشتري عن الشمس ٤٩٦٠٠٠٠٠ ميل ومدته ١٢٢٢ يوما وقره  
الرابع بعده عنه ١٢٠٠٠٠ ميل ويدور حوله في ١٦ يوما  $16^{\frac{1}{2}}$  فاي نسبة المشتري الى  
جرم الشمس

مثال ٤ القمر يدور حول الارض في ٢٧<sup>٢</sup> يوما على بعد ٢٣٨٦٥٠ ميلا وقر المشتري  
الثاني يدور حوله في ٢٠٥٢ ايام على بعد ٤٤٢٩٠٠ ميل فاي نسبة جرم الارض الى جرم المشتري  
الجواب ١ + ١ : ٣٧٨<sup>٢</sup>

(٢١٧) جرم السيارات التي لها اثار تعرف بمقايسة اوقات دورات القمر حول السيارات على  
دورات السيارات حول الشمس وذلك تعرف نسبة اجرامها بالنسبة الى الشمس والتي ليس لها اثار  
تعرف اجرامها بنقلها في غيرها لاضطراب حركاتها . مثالة فعل القمر في المد والجزر يستدل على  
جرمو وفعل الزهرة في اضطراب حركة الارض يستدل على جرمها

(٢١٨) كثافة الاجسام تنغير كاجرامها مقسومة على حجمها فان عرفنا الحجم والحجم نعرف  
الكثافة بالنسبة الى كثافة الارض التي تحسب واحدا وتعرف ثقلها النوعي بنسبة كثافتها الى كثافة  
الماء فتوزن الاجسام المصوبة كاتوزن المواد الارضية وقد ذكرت الكثافة والفضل النوعي ( انظر  
صفحة ١٦٥ )



ص ٥٥ ص ١ ر ٥٥ ص ١ ت ٥٥ ص ١ ل ٥٥ ص ١ فلنا مكفوف السرعة ص والبعد ر والمئة ت ومكفوف الجاذبية ل ويُدل على تناسب بعضها الى بعض بالسلسلة الهندسية ص ١ ص ١ فيها الحلقة الاولى - التناسب

(٢٢٢) لاجل استقلام هذه النسببات اذا فُرِضت سرعة سيارين فمذ مكفوفهما فلنا تناسب ص للثنتين فتدعى حلقات هذه السلسلة الى القوة الثانية والثالثة والرابعة حسباً تقتضيه المقالة بين الاثنين من جهة راوت او ل

اذا فُرِض تناسب البعد والمئة والجاذبية بين الاثنين فاستخرج الجذر المدلول عليه بدليل ص لكي تستعمل التناسب من جهة ص ثم يتم العمل كما تقدم

مثال ١ مئة الفيم بلاس  $\frac{1}{4}$  سنين فكم يزيد بعدك عن الشمس على بعد الارض عنها وكم يجذب اقل من الارض الى الشمس وكم تبطل حركتها عن حركة الارض لنفرض ت ص دل للارض وت ص ر ل لبلاس ثم

$$ت : ت :: ١ : ٤٦٧٠١$$

$$١ : \frac{1}{4} :: ٤٦٧٠١ : \frac{1}{4} ص : ص ::$$

$$ص : ص :: ١ : ٦٧٢٠١ اي سرعة الارض ٦٧٢٠١ اكثر من سرعة بلاس$$

$$ثم ر : ر :: ١ : ٦٧٠١٢٠١ اي زيادة بعد بلاس عن الشمس فوق بعد$$

الارض عنها

$$وايضاً ل : ل :: ١ : ٦٧٠١٢٠١ اي الشمس تجذب الارض نحو ٦٨٠٨$$

مرات اكثر مما تجذب بلاس

(٢) كم تكون مئة سيار يدور حول الارض عند سطحها

$$\text{بعد القمر} = ٦٠ \times \frac{1}{4} \text{ في الارض تقريباً فبعد هذا السيار : بعد القمر} :: ٦٠ : ١$$

$$ص : ص :: ١ : ٦٠٠٠٠ ت : ت :: ١ : ٦٠٠٠٠ ٤٦٤٠٦٦٠١ : ٤٦٤٠٦٦٠١$$

$$\text{ومدة القمر } ٢٧\frac{3}{4} \text{ يوماً } ٦٨٠٥٠٠٠ \text{ ساعة فتكون مدة السيار } \frac{٦٨٠٥٠٠٠}{٤٦٤٠٦٦٠١} = ١٤١١ \text{ ساعة}$$

$$= ٢٩٢٤٠٠ تقريباً$$

(٣) كم يجب ان تسرع الارض حتى تخسر الاجسام على خط الاستواء كل وزنها

$$\text{هنا هي نفس حالة السيار المذكور في المثال الثماني مدته } ١٤١١ \text{ ساعة و } \frac{٢٤}{١٢٤١١} = ١٧ \text{ فلو}$$

اسرعت الدورية اليومية على المحور ١٧ مرة لخسرت كل الاجسام على خط الاستواء وزنها ودارت

دورة مستقلة



مثال ٤ ما في مدة جرم دائر حول الارض على بعد ٥٠٠٠ ميل عن مركزها  
الجواب ٥٩٦ ١/٤ ٣٣

مثال ٥ الى كم يجب ان يبعد القمر عن الارض لكي تصير مدته سنة

الجواب ١٣٤٤٠٠٠ ميل

مثال ٦ لو كشف سيار حركته اليومية خمسة امثال حركة عطارد اليومية فكم تكون بعده  
عن مركز الشمس الجواب ١٤٨٠٠٠٠ ميل

مثال ٧ القيم الكبير المذنب سنة ١٨٤٣ كان عن مركز الشمس عند البعد الاقرب  
٥٣٠٠٠ ميل فافى سرعته كل ساعة

مثال ٨ كم يجب ان يبعد جرم الارض لكي يدور حوله القمر في ٢٤ ساعة على بعده المحاضر  
مثال ٩ اذا قُذِرَت مواد من بركان في القمر نحو الارض اين تكون على موازنة بينها على  
افتراض جرم القمر ١/٨ من جرم الارض

الجواب ٢٤٠٠٠ ميل من مركز القمر تقريباً

مثال ١٠ على افتراض عدم وجود جرم في الكون غير كرة قطرها قويا طان كثافتها كثافة  
الارض ولما قُذِرَت قطرة كم تكون مدة القمر على بعد قدم اذا دار في دائرة تامة

الجواب ٥٣ ١/١٠ ١٣

قد تقدم ان المجاذبية تغور بالاستقامة كاللادة وبالقلب كربع البعد والنور بالاستقامة كاللادة  
او مقدار الجسم والنور وبالقلب كربع البعد

مسئلة اذا فُرضت مادة الارض ٧٥ مرة مادة القمر والبعد بينها ٣٠ مرة قطر الارض ووصيل  
بين مركبيها بخط فابن على ذلك الخط تكون المجاذبية نحو احدهما متساوية للمجاذبية نحو الآخر

افرض س = مادة القمر وب = مادة الارض ود = البعد بينها وك = بعد النقطة  
المطلوبة من مركز الارض فيكون الباقي (د - ك) وبالمبدأ المذكور

$$ك^١ (د - ك) = س^١ : ب^١ س^١ ك = س^١ + ب^١ (د - ك) \\ \frac{د}{ب + س} = د - ك = \frac{د}{ب + س}$$

وبالمفروض د = ٣٠ ب = ٧٥ وس = ١

$$ك = \frac{٣٠}{١ + ٧٥} = ٢٦٩ \text{ تقريباً ود - ك = } ٣١ \text{ تقريباً}$$

$$\text{سلكنا ك} = \frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} \text{ و د} - \text{ك} = \frac{\overline{\text{د} \text{ س}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} - \frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}}$$

$$\text{ك} = \frac{75230}{1-752} = 2449 \text{ د} - \text{ك} = 2449 \text{ تقريباً}$$

اسم الجاذبية نحو الارض تعدل الجاذبية نحو القمر ايضاً على الخط المذكور الى الجهة المتقابلة من القمر تعدل ٢٤٤٩ مرة قطر الارض

مسئلة . ان على الخط المشار اليه تكون جاذبية الارض ١٦ مرة جاذبية القمر

افرض ك = البعد عن الارض د - ك = البعد عن القمر وجاذبية الارض =  $\frac{\overline{\text{د} \text{ س}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}}$  وجاذبية

$$\text{القمر} = \frac{\overline{\text{د} \text{ ق}}}{\overline{\text{ب} \text{ ق}}} \text{ بشروط المسئلة} \quad \frac{\overline{\text{د} \text{ س}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} = 16 \quad \frac{\overline{\text{د} \text{ ق}}}{\overline{\text{ب} \text{ ق}}} = 1$$

$$\text{و} \quad \frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} + \frac{\overline{\text{د} \text{ ق}}}{\overline{\text{ب} \text{ ق}}} = \frac{\overline{\text{د} \text{ س}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} \quad \text{د} - \text{ك}$$

$$\text{د} \text{ ب} - \overline{\text{ب} \text{ س}} = \overline{\text{ب} \text{ س}} \text{ ك} = \overline{\text{ب} \text{ س}} \text{ ك}$$

$$\text{اجاباً ك} = \frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}} + \overline{\text{ب} \text{ ق}}} = 20.0 \text{ تقريباً}$$

$$\text{سلكنا ك} = \frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}} - \overline{\text{ب} \text{ ق}}} = 557$$

اي ٥٥٧ مرة قطر الارض في الجهة المتقابلة

لو فرض عدد آخر غير ١٦ تظهر في العبارة المذكورة على صورة  $\overline{\text{ب} \text{ س}}$  فلو قيل ان تكون

جاذبية الارض ن مرة جاذبية الارض على الخط المذكور لتدل بالعبارات المذكورة

$$\frac{\overline{\text{د} \text{ ب}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} \text{ و } \frac{\overline{\text{د} \text{ ق}}}{\overline{\text{ب} \text{ ق}}} = \frac{\overline{\text{د} \text{ س}}}{\overline{\text{ب} \text{ س}}} \quad \text{د} \text{ ب} + \overline{\text{ب} \text{ س}} = \overline{\text{ب} \text{ س}} \text{ ك}$$

وهذه القاعدة تصح في اي جسمين فرضاً ونصح في نسبة نور جسمين كما تصح في جاذبيتها اذا

فرضت نسبة نور احدهما الى نور الآخر على بعدي محسوب واحداً

ونصح القاعدة ايضاً اذا فرض البعد بين جرمين وطالب النور النسبي او الجاذبية النسبية بينهما

مثال . مفروض بعد المرئج وبعد القمر عن الارض مطلوب نسبة نور احدهما الى نور الآخر

لو كانا على مساحة واحدة لقلنا مقداراً واحداً من نور الشمس على بعدي واحد واذا اختلف البعد

فالنور يختلف كالمساحة وبالعكس كمرجع البعد

مساحة الكرات هي بالنسبة الى كعوب اقطارها ولنفرض  $m = \text{قطر المریخ}$  و  $m' = \text{قطر القمر}$

ور = بعد المریخ عن الشمس ور = بعد القمر عن الشمس

فنور المریخ =  $\frac{r^2}{r^2}$  ونور القمر النسبي  $\frac{r^2}{r^2}$

ثم من انعكاس النور منها الى الارض يقل بالنسبة الى مربع بعد النجمين المذكورين عن الارض

افرض د = بعد المریخ عن الارض

" د " القمر " " "

فحينئذ  $\frac{r^2}{r^2} = \text{نور المریخ عند ادارة كل وجهه المنور نحو الارض}$  و  $\frac{r^2}{r^2} = \text{نور البدر}$

فلنضرب نور المریخ وهو في الاستقبال واحداً

ولنفرض نور القمر البدر بالنسبة الى نور المریخ ك فلنا

$$\frac{r^2}{r^2} : \frac{r^2}{r^2} = 1 : 1$$

$$ك = \frac{r^2}{r^2} \times \frac{r^2}{r^2} \times \frac{r^2}{r^2} . \text{يكفي في هذا الكسر معرفة نسبة م الى م ور الى ر}$$

$$م = 4000 \text{ تقريباً } م = 2150 \frac{r}{r} = \frac{43}{80}$$

$$ر = 14400000 \text{ ور} = 90000000 \frac{r}{r} = \frac{144}{90}$$

$$د = 14400000 - 90000000 = 49000000 - 24000000 = \frac{4900}{24}$$

$$\text{وك} = \left(\frac{43}{80}\right)^2 \times \left(\frac{144}{90}\right)^2 \times \left(\frac{4900}{24}\right)^2 = 27611$$

اي نور البدر 27611 مرة نور المریخ عند الاستقبال وهو على معظم نوره

مسئلة . ما هو نسبة نور المشتري الى نور زحل عند الارض عند استقباليها على افتراض نسبة

قطر المشتري الى قطر زحل 11:8 وبعده الثلاثة الاجرام النسبي عن الشمس 10 و 5 و 2

الجواب اذا حسب نور زحل واحداً يكون نور المشتري 245 تقريباً

## الفصل الثاني عشر

### في النجوم المذنبة والنيازك او الشهب

(٢٢٣) نجم ذي ذنب غالباً ثلاثة اجزاء وهي النواة او اللب والحية والذنب اما النواة فهي نقطة بيضاء نيرة في وسط الراس واما الحية او الشعر فهي مادة سميكة محيطة بالنواة وكثير منها لا يرى لها نواة اما الذنب فكأنه استناد الحية وذلك احياناً الى طول عظيم جداً



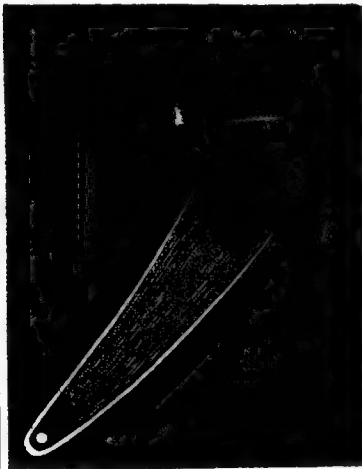
شكل ١٢٥ مذنب دوناتي مار بالساك الرابع

في ٥ ت ١ سنة ١٨٥٨

شكل ١٢٦ مذنب سنة ١٦٨٠

(٢٢٤) عدد هذه الاجرام كثير وقد حُسِبَت افلاك نحو ٣٠٠ منها وقد ذُكِرَ ظهور اكثر من ٥٠٠ لم تُحَسَّب افلاكها وربما ياتي وبعضها كثير لا تُرى لكونها فوق الافق في النهار من ظهورها للارض وقد ذكر الفيلسوف سنيكا انه في كسوف حدث ق ٦٠٠ م ظهر نجم مذنّب بقرب الشمس وقد رسمنا صورة رَوَى بعض هذه الاجرام مع اوقات ظهورها فالذي ظهر في سنة ١٦٨٠ رصده اصحق نيوتون وحسب فلكه وهو اول من حسب فلك نجم مذنّب على موجب قواعد تعاليمه حقيعية. اقترّب الى الشمس حتى صار بينها ١٢٠٠٠٠ ميل فقط

ومن هذه الاجرام ما سمي مذنب هالي لان المعلم هالي حسب فلكه واخبر بوقته رجوعه فرجع حسب ما اخبر به ومنها مذنب انكي ومذنب بيا لامتيا ليست بطويلة كما سيأتي ذكره (٢٢٥) بين هذه الاجرام اختلاف كلي في حجمها ونورها فنفرا في التاريخ عن نجم مذنب ظهر في رومية مذ بسورة قبل موت يوليوس قيصر كان يرى في نصف النهار وقت معظم نور الشمس والذي ظهر في ١٦٨٠ امتد ذنبه في قوس ٩٧ وحسب طوله ١٢٣٠٠٠٠٠٠٠ ميل والذي ظهر في ١٨١١ كان قطره نوا ٤٢٨ ميلاً فقط وطول ذنبه ١٢٣٠٠٠٠٠٠٠ ميل ولوا انفتحت الارض فيه لاحاطها اكثر من ٥٠٠ مرة وقد ظهرت نجم مذنبه قطره نواها ٢٥ ميلاً فقط وكثير منها تبان لنا مثل قليل من الجبار وقطع من الضباب واكثر النجوم المذنبه لا ترى الا بواسطة نظارة



ورؤية نجم واحد من هذا النوع تتغير عما كانت قبل وقد ظهر نجم هالي سنة ١٢٠٥ وسمي النجم ذا البقار المول وفي ١٤٥٦ امتد ذنبه من الافق الى سمت الراس وامر البابا بقدم صلوات خصوصية يومياً في جميع الكنائس لعل الله ينجي العالم من هذا النجم ولما ظهر ايضاً في سنة ١٦٨٢ كان طول ذنبه ٣٠ فقط وفي ١٧٥٩ لم ير الا بالنظارة حتى بعد جواره نقطة البعد الاقرب وحدث رجوعه سنة ١٨٣٥ كان طول ذنبه ١٢ فقط وهذا الصغير حاصل من تغير موقعه بالنسبة الى الارض لانه ان نظرا الى الاذنان على خط عمودي

شكل ١٢٧ مذنب سنة ١٨١١

تبان نصرة وان نظرا اليها بالورب تبان طويلة وايضاً من كون الارض احكاماً قريبة اليها عندما تقطع دائرة البروج واحكاماً بعيدة وهي ايضاً تتغير حقيقة حجمها ونورها (٢٢٦) مذات دوران هذه الاجرام تختلف ايضاً كثيراً فمذنب انكي يدور في ٢ ١/٢ سنة او ١٢٠٨

أيام ولا يُعرف مذنب مدته أقصر من هذا والذي ظهر سنة ١٨١١ قد حُصيت مدته ٣٠٦٥ سنة على  
احتمال خطاه ٤٣ سنة بعد الأبد ١٤ مرة بعد نيتون عن الشمس أي ٤٠١٢١٠٠٠٠٠٠ ميل  
والمسافة بين هذه الأجرام والشمس مختلفة كثيراً فمذنب أنكي لا يخرج خارج فلك المشتري ومذنب هالي  
بعيد عن الشمس مضاعف بعد اورانوس أو ٣٦٠٠٠٠٠٠٠ ميل تقريباً والبعض يتعد أكثر  
من ذلك على ما يُزعم والبعض يُنحرف في أفلاك شجية أو هذلية فلا تعود أصلاً. ومنها ما يتقدم  
نحو الشمس على ما يُزعم فيختلف قليلاً عن خط مستقيم ويقطع الماء بقرب الشمس حتى يخفي في نورها  
ثم يظهر أيضاً من الجانب الآخر وما رآه لمانية وطول ذنبه ونور هذه الأجرام مستند من الشمس  
وقد ظهر في بعضها رؤى كروية القنادرة الظهور من جرم المادة السماوية أو اللحية المحيطة بالنواة  
ويُعرف كون نورها مستند من خصائص النور الذاتي والمستند

(٢٢٧) اذئاب هذه الأجرام غالباً تطول عند اقترابها إلى الشمس وعند ابتعادها أحياناً  
يتلاشى الذنب قبل أن تخفي النواة عن النظر وأحياناً ينقسم الذنب إلى أقسام وفي سنة ١٧٤٤  
ظهر نجم له ستة اذئاب منفردة بين الدنيتين الجانبيين زاوية ٤٥°. والذنب مقببة إلى خلاف جهة  
الشمس عن النواة فعند التقدم نحو الشمس يكون الذنب وراء النواة وعند الذهاب عنها يسبق  
الذنب النواة ومحوره في الغالب مغير تبعاً لوجه حركة النجم

(٢٢٨) الهول في نجوم ذات اذئاب قليلة جداً ومادة اذناها لطيفة جداً حتى تبان النجوم  
من ورانها فلا تُحسب إلا بخار لطيف ينفذ فيه شعاع الشمس وكثافتها كافية لتعكس بعض هذه  
الشعاع وإلى النجوم اكتشف كثيراً من هذه الاذئاب وقلة هول في هذه الأجرام بيان من مرورها بقرب  
السيارات بدون اضطراب حركتها ما يُشعر به فالذي ظهر سنة ١٧٧٠ في طريقه نحو الشمس  
دخل بين اقمار المشتري وبقي هناك ٤ أشهر تقريباً ولم يحدث من ذلك تغيير في حركتها وهو أيضاً  
اقتراب إلى الأرض حتى كان بينها ١٤٠٠٠٠٠ فقط فلو كان جرمه مثل جرم الأرض لاضطربت  
بمحركات الأرض وطالت السنة ٤٧٢ سنة ولكن لم يحصل منه تأثير يُشعر به ولذلك حسب لابلان  
جرمه  $\frac{1}{1000}$  من جرم الأرض وإن قيل ما هو البرهان على أنها أجرام وعلى أنها ليست اندفاعات نور  
لنيل أنها وإن لم يحصل اضطراب في حركات السيارة من جرائها ولكنها في نفسها تفسطرب كثيراً  
بالسيارات كما ان ابرة مغناطيسية تحرف كثيراً بقطعة حديد بدون أن تُحرك القطعة أصلاً بل هذه  
الأجرام نفسها تتغير أفلاكها بالكليّة من جرائها ذرية سيار لما فالذي ظهر في سنة ١٧٧٠ كان فلكه  
حينئذ هلياً بقطعة في  $\frac{1}{50}$  سين ونجيباً من عدم ظهوره قبل ذلك وظنوا أنه قد انحرّف عن  
طريقه الأصلية بمجاذبية المشتري ثم وُجد بالتحري أنه دخل في فعل جاذبية المشتري في أوائل

سنة ١٧٦٧ م بحساب مقدار تلك المجاذبية وجدوا فلکه قبل دخوله في جاذبية المشتري هليجياً  
بقطعة في مدة ٥٠ سنة وبعد الأقرب بقرب المشتري عوضاً عن أن يكون بعداً الأبعد هناك فعرف  
سبب عدم ظهوره قبل وفي كانون الثاني ١٧٦٧ كان بقرب المشتري وكلاهما متحركان الى جهة  
واحدة والأقرباً في سطح واحد فبقي على ذلك مدة بعض الشهور وكان السيارين النجم والشمس  
فاغترف النجم عن فلکه حتى تغير فلکه الى ما بقطعة في  $\frac{1}{10}$  سنين ثم في اقترابه الى الشمس سنة  
١٧٧٩ وقع ايضاً في جاذبية المشتري وبقي على ذلك من حيران الى تشرين الأول وفي شهر آب  
كان بعد المشتري عنه  $\frac{1}{11}$  بعداً عن الشمس وكانت جاذبية المشتري له ٢٢٥ مرة اعظم من جاذبية  
الشمس له فاغترف الى فلک جديد بعداً الأقرب عن الشمس بقرب سيرس ومدته ٢٠ سنة وعلى  
ذلك البعد من الشمس لا يظهر لنا وهو يبقى في فلکه هذا الى الابد اذا ما فعلت فيه علة اخرى  
تحرّكه ايضاً حتى يدور في فلک اصغر من الذي يدور فيها الآن



شکل ١٢٨

(شکل ١٢٨) اب قسم من فلک المشتري ي فلک  
الارض سدك فلک المذنب قبل ١٧٧٠ فعند د تعوق من  
قبل فعل المشتري لجذبته الشمس الى الفلک الصغير د ف ح  
فمر في دورتين ثم عند د فعل بالمشتري ايضاً واسرعه حتى  
تحرّك في س د ك

افلاك النجوم المذنبية مختلفة الميل على دائرة البروج بين  
١٠ الى ٩٠ وحركتها احياناً كثيرة مدبرة اي قد تدور حول  
الشمس من الشمال الى الجنوب او من الشرق الى الغرب  
(٢٢٩) اصول افلاك النجوم المذنبية هي

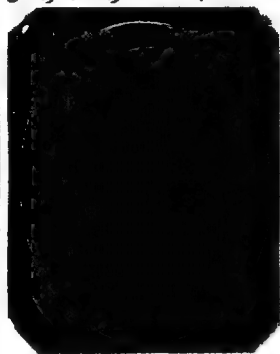
- (١) وقت بعدها الأقرب من الشمس = PP او  $\tau$
- (٢) طول نقطة البعد الأقرب =  $\pi$

(٣) طول العقدة الصاعدة منظوراً اليها من الشمس =  $\delta$

(٤) اقل بعد عن الشمس في امثال  $\frac{1}{10}$  ق الارض =  $q$

(٥) ميل فلکه على دائرة البروج =  $i$  واستعلام هذه الاصول مائة نيتون عملية طويلة عسرة  
وذلك من كون هذه الاجرام ظاهرة مدة يسيرة في جزء صغير من افلاكها ومن كون حركات بعضها  
الى خلاف جهة حركة الارض او عمودية على دائرة البروج وايضاً لان منحنيات كثيرة هليجية قد  
يكون بعدها الأقرب في نقطة واحدة فان اغترف قليلاً جداً في تلك النقطة لتغير انحناء الهليجي

تماماً كما يتضح من شكل ١٢٩ فخطاه بعض القواني في ذلك يجعل اختلاف مئات سنين في مدة الدوران وعلى ذلك حسب العلم بسل مدة مذنبة ١٧٩٦ انها ٢٠٨٩ سنة وبعد حين وجد ان خطاه " هـ " في الرصد كان يزيد تلك المدة الى ٢٦٧٨ او ينقصها الى ١٦٥٢ سنة



(٢٢٩) للأسباب المتقدم ذكرها يفرض معلو هذا الفن لذوات الاذئاب افلاكا شلجية ومحسبون مذابها على ذلك المفروض لكون الشلجي متوسطا بين الهليجي والمذلولي. الا في ذوات اذئاب مذابها قصيرة مثل نجم انكي ثم يراجعون قوائم النجوم المذنبة فاذا وجدوا ما قرب اصول فلكه الى المحسوب يحسبون فلكه على انراضه هليجيا ويستعملون مدته حسب ذلك

شكل ١٢٩

الاصول المتقدم ذكرها ما خلا مدة

الدوران تحسب كاصول السموات ويكتفي لذلك ثلاث رصود لمعرفة صعودها المستقيم وميلها (٢٣٠) من جراء تغيير رؤية ذي ذنب لا تتحقق ذاتيته من رؤيته بل من ذاتية اصوله وعلى ذلك عرف هالي النجم المسمى باسمه هو نفس المذنب الذي ظهر قبل في سنين معلومة اي من مساواة اصوله في تلك السنين كما يتضح من هذا الجدول

وقت الظهور	ميل فلكه	طول العقدة	طول نقطة الرأس	البعد الأقرب	جهة الحركة
١٤٥٦	١٧° ٥٦'	٢٠° ٤٨'	٠٠° ٣١'	٠.٥٨	مديرة
١٥٩١	١٧° ٥٦'	٢٥° ٤٩'	٢٩° ٢٠'	٠.٥٧	"
١٦٠٧	١٧° ٠٣'	٢١° ٥٠'	١٦° ٢٠'	٠.٥٨	"
١٦٨٢	١٧° ٤٣'	٤٨° ٥٠'	٢٦° ٢٠'	٠.٥٨	"

ولاريد ان هذه اصول جرم واحد والمذات ٨٥ او ٧٦ سنة تحسب هالي انه يعود يظهر ١٧٥٨ وفي المعلومون في انتظاره عند ذلك الوقت ثم وجد ان طريقة يكون بقرب زحل والمشتري فيتأخر بذلك وحسب كلارود القرن ساوي مدة التأخير ٦١٨ يوماً اي ١٠٠ يوم من جاذبية المشتري و٥١٨ من جاذبية زحل وعلى ذلك كان يجب ان يظهر سنة ١٧٥٩ وعين المذكور وقت وصوله الى نقطة الرأس اليوم ١٢ من نيسان وبالحقيقة وصل الى تلك النقطة في ١٢ من اذار من تلك السنة



ثم ان يوتكولات الفرساوي حسب وقت رجوعه في تشرين الثاني سنة ١٨٣٥ ووصوله الى نقطة الراس لم يختلف الا يوماً واحداً عن الوقت المحسوب له

(٢٣١) اما نجم انكي فن وقت حساب مدته الى الآن لم يزل يرجع في اوقاته المعينة ويؤنفكت المسئلة هل النجمات بين السيارات خالية بالكلية او فيها مادة وقد حسبت خالية لعدم تاثير يشعريه في حركات السيارات ولكن قسمة او ريشة خفيفة يفعل فيها انصدام لا يفعل في كلة مدفع وقد وجد ان هذا النجم تاخر قليلاً من تصادم مادة في النجمات بين السيارات ومن اول كشفه الى الآن تاخر بذلك يومين وفعل هذا الانصدام هو تقريب النجم اكثر واكثر الى الشمس في كل دورة الى ان يقع اليها ولا بد من ذلك بعد تنابع الادوار اذا ما وجد ما يؤول الى منعه كما رأينا في اضطرابات السيارات غير ان حقيقة وجود المادة المشار اليها باقية تحت الشك اذ لم يظهر لها تاثير في رجوع النجم سنة ١٨٣٥

(٢٣٢) المذنب الذي ظهر سنة ١٦٨٠ عند نقطة الراس كان بينه وبين الشمس ١٢٠٠٠٠ ميل فقط وذلك  $\frac{1}{11}$  من بعد الارض تحسبت حرارتها هناك ٢٨٠٠٠ مرة اكثر من التي تصيب الارض من الشمس اي ٢٠٠٠ مرة اكثر من الحديد الحلي لدرجة الحمورة وذاك كافٍ لتحويل اقصى المواد الى بخار لطيف والبرد العظيم في الابعاد التي فصل اليها يضغطها الى ما كانت عليه اولاً غير ان هذه الاسماء لم تنزل بين الامور المهمة او المجهولة في سنة ١٨٦١ مرت الارض بمذنب مذنب ولم تناسر بما يشعريه



شكل ١٤٠

شكل ١٤٠ يدل على هليجية مذنب ١٨٤٩ ش الشمس ي ن فلك نبتون وش س هليجية المذنب



شكل ١٤١

وشكل ١٤١ دال على فلك مذنب هالي ي فلك الارض وم فلك المشتري وز فلك زحل وي فلك اورانوس ون فلك نبتون

اسماء النجوم المذنب ذوات مذات قصيرة افلاكها معروفة

اسم النجم	مدة سنون	بعد اقرب	بعد ابعد	ظهر
نجم انكي	٢٢٩٦	٢٢٠٠٠٠٠	٢٨٧٠٠٠٠٠	ث ١٨٦٨
" بيالا	٦٢	٨٥٠٠٠٠٠	٥٧٠٠٠٠٠٠	ايار ١٨٧٢
" فاي	٧١	١٦١٠٠٠٠٠	٥٦٥٠٠٠٠٠٠	حزيران ١٨٧٣
" برورسن	٥١	٦٤٠٠٠٠٠٠	٥٢٧٠٠٠٠٠٠	ايار ١٨٦٨
" دارست	٦١	١١١٠٠٠٠٠٠	٥٤٦٠٠٠٠٠٠٠	ك ١٨٧١
" ونكي	٥١	٧٣٠٠٠٠٠٠٠	٥٢٦٠٠٠٠٠٠٠	حزيران ١٨٦٩ و ١٨٧٤
" دي فيكر	٥٤٦	١١٠٠٠٠٠٠٠٠	٤٧٥٠٠٠٠٠٠٠٠	شباط ١٨٧٣
" مشاين	١٣٦٦			ثا ١٨٧١
" هالي	٧٦٧٨	٥٦٠٠٠٠٠٠٠٠	٢٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠	ربما ١٩١٠

### في النيازك أو الشهب

(٢٢٢) في اكثر الليالي تشاهد ما يشبه شعله نار مارة بسرعة في الجو وبعض الليالي تكثر جننا وتلك المناظر تسمى نجوماً ساقطة وشهباً ونيازك وقارة تكون كبيرة جداً مضيقه تنفزع بصوت مسموع الى بعد بعد اشتعالها وقارة تسقط الى الارض قطع كبار منها فقد انقسمت تلك الظواهر باعتبار هذه الامور الى ثلاثة اقسام وهي

(١) شجارة جوية (٢) كرات نارية (٣) شهب. ولولا شدة نور الشمس الغالب لظهرت بهاراً كما تظهر ليلاً وقد ذكرت مشاهد بعضها بهاراً

(١) شجارة جوية. ذكر سقوط شجارة الى الارض في اوقات مختلفة من ٦٥٠ ق م الى الوقت الحاضر حتى بلغ عدد تلك الشجارة المعروفة ظروف سقوطها ٢٦٢. ذكر في تاريخ صيني انه في ١٤ ك سنة ٦١٦ ق م سقط حجر كسرعده مركبات برية وقتل ١٠ رجال وفي بعض تواريخ الاعصار المتوسطة ذكر انه في سنة ٩٤٤ م م مررت كرات نار في الجو وحرقت عدة بيوت وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٤٦ نحو الساعة الثالثة بعد الظهر مررت على ضيعة في مقاطعة كارون الاعلى من فرنسا حزمة مشتعلة بصوت عظيم وسقطت على مخزن فخرقة واحترق ايضاً عدة مخازن بقربها فيها وفي صباح

٢١ آب سنة ١٨٧٢ مرت شعلة كبيرة في قسم من بلاد إيطاليا وتفرع بقرب بوزاليا الى الشمال الشرقي من رومية

وفي ٧ ث سنة ١٤٩٢ سقط حجر وزنه ٢٦٠ ليبرا بقرب انسيم في اعلى بحر الرين بين الساعة ١ والنظر. مع الناس مثل قصيف رعد ودوي مستطيل فرأى ولد شيئاً سقط في حقل مزروع فيها فوجدوا الخشب في الارض الذي حدث من سقوطه واخرجوه ووضعوه في الكنيسة وبقي هناك ٢٠٠ سنة الى ان قيل الى بارنثم أرجع الى محله الاول

وفي ٢٦ نيسان سنة ١٨٠٢ مرت على بلاد نورماندي شعلة نحو ساعة بعد الظهر ثم سُمع تفرع دام صوته نحو ٦ دقائق وسقط بعد ذلك قطع حجارة كثيرة وجمع منها نحو ٣٠٠ قطعة وزن اكبرها ٨ ٤ ليبرات ولا يسمنا المقام ذكر كل ما نقيده من حوادث مثل هذه وصار معروفاً من هذه الحجارة ٤٢١ مختلفة الوزن بين بعض الاواني الى عدة قناطير ولا شك ان الساقطة اكثر ما ذكر كثيراً لان بعضها يسقط في البحر وبعضها في الغارات المتقطعة

(٢٣٤) ولنا تاريخ ٢٠٦ من هذه الحجارة وكان تقريبها على اشهر السنة كما يلي

١٧ =	٢٣	نول	٢٩ =	١٤	ك
	١٦	آب		١٠	شباط
	١٧	ابول		٢٢	اذار
	١٨	ث		١٥	نيسان
	٢٠	ث		٢٠	ايار
	١٢	ك		١٨	حزيران

فيتضح من هذه القائمة ان المعدل الشهري بين ك<sup>١</sup> الى حزيران = ١٦ وبين تموزوت<sup>١</sup> = ١٨ ومعظم سقوطها في اذار وايار وتموزوت<sup>١</sup> وانه يصيب الارض منها من مرورها بين نقطة الذنب الى نقطة الرأس اكثر ما يصيبها في مرورها من نقطة الرأس الى نقطة الذنب ومن حل هذه الحجارة ظهر ان فيها من الغارات

(١) حديد	(٥) نحاس	(١٠) مغنسيوم	(١٢) سترونتيوم
(٢) المنيوم	(٦) كوبلت	(١١) نكل	(١٤) قصدير
(٣) كلسيوم	(٧) لانيوم	(١١) يوتاسيوم	(١٥) تيتانيوم
(٤) كروميوم	(٨) مغنيس	(١٢) صوديوم	(١٦) رصاص

ومن الشهبات بالفلزات

- |            |              |
|------------|--------------|
| (١) أكسجين | (٥) كبريت    |
| (٢) كربون  | (٦) زئبق     |
| (٣) فسفور  | (٧) كلور     |
| (٤) سليكون | (٨) هيدروجين |

وتلها النوعي مختلف بين ١٧٠ و ٧٨٠ وسرعها قد تبلغ ١٦٦ ميلاً في الدقيقة وقد بلغ سرعة بعضها ١٠٧ أميال في الثانية وارتفاعها بين ٤٠ ميلاً و ١٠٠ ميل وفيها مركب من الحديد

والنكل والفسفور التي شديدة لم يوجد في غيرها (١٢) أما الشهب فتُرى منها البعض كل ليلة

ولكنها تكثر في أوقات ومغلبها نحو الساعة ٦

صباحاً وأنها نحو الساعة ٦ مساءً والمعدل نحو نصف

الليل وتكثر في بعضها الشهور دون بعض وهي بين

تموز وك أكثر ما هي بين ك أوتور وفي نصف

السنة الأول أكثرها في آذار ونيسان وفي النصف

الثاني أكثرها في آب وت أي بين ٩ و ١١ آب

وبين ١٢ و ١٤ أ و طولها يختلف بين ١٠ أميال

و ٤٠ ميل ومعدل سرعتها نحو ٣٠ ميلاً كل

ثانية فالحجارة المولدة من توقف شهاب سرعته ٢٠

ميلاً كل ثانية ترفع حرارته ٤٠٠٠٠٠ ف

الشهب الظاهرة بين ١١ و ١٤ أ وترسم أقواس

دوائر عظيمة وتنفرد بالظاهر من ٧ الأسد والظاهرة

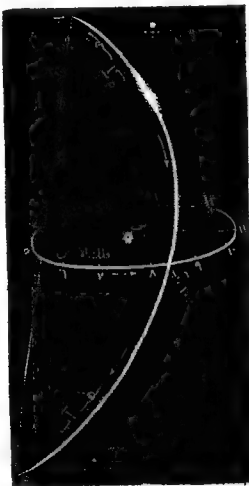
بين ٩ و ١١ أ ب تنفرد من B الزرقة أو من

صورة فرساوس

(٢٣٥) يُعَلَّل عن هذه الظواهر بوجود حلقات من مادة عالمية قطعها صغيرة الحجم دائرة

حول الشمس مختلفة الميل على دائرة البروج كما يتضح من (شكل ١٤٢)

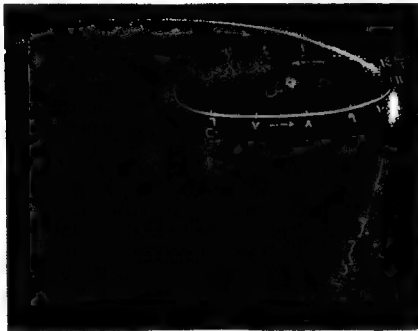
ليكن ١ ٢ ٣ ٤ ٥ الح فلك الأرض وش الشمس وب قوس حلقة مادة عالمية دائرة حول الشمس فنحو ١ آب تقرب الأرض إلى تلك الحلقة فتجذب إلى نفسها بعض تلك القطع



شكل ١٤٢

تسقط نحو الارض وتعمل في الجو على هيئة شهب او تسقط الى الارض على هيئة حجارة جوية ثم (شكل ١٤٢)

ليكن ب د حلقة اخرى ولقربها الارض بقرب ا ت فيحصل عند ذلك هطل الشهب المتعاد في ذلك الوقت



شكل ١٤٣

وبما ان هذه الشهب في تكثر كل ٢٢ سنة فذلك على ان المادة المشار اليها مدة دوراتها ٢٢ سنة وبما ان العقدة تنقل من الغرب الى الشرق كل سنة ١٠٢ فتتأخر كل سنة عن سنة قبلها . في سنة ١٦٩٨ ظهرت في ٩ ت وفي ١٧٩٩ ظهرت في ١٢ ت وفي ١٨٦٦ و ١٨٦٧ ظهرت في ١٤ ت وتكثر سنتين متتابعين

الراي الاربع الذي يُعَلَّلُ به عن هذه الظواهر هو راي شيا پارلي مدير مرصد ميلان سابقا والآن مدير مرصد فيورنسا عوضاً عن المتوفي دوناتي الشهير وهو بالاختصار كما يأتي ان السنام مؤلفة من مادة هائلة لم تتكاثف نحو المركز بعد حتى يتكون جرم سماوي حقوقي بل جواهرها لطيفة متفرقة ويترجم ان تلك السنام حركة في الكون كالشمسنا فقد ينفق ان بعضها تقع داخل حدود مجاذية شمسا وهي تعمل في القسم المتقدم من السديم أكثر ما تعمل في المؤخر فادام السديم على بعد شاسع يتبدى بغير هيئة الكروية فينتطاول الى ان يصير اعملاقا طويلة مقدما اي الاقرب منها الى الشمس اكثف ما وراءه فيترأس المقدم ويبقى المؤخر منفردا وكل ما قرب الى الشمس يتم هذا التحويل أكثر حتى يتوزع الجزء المتقدم الاكثف بنور الشمس فيصير نواة والقسم التابع

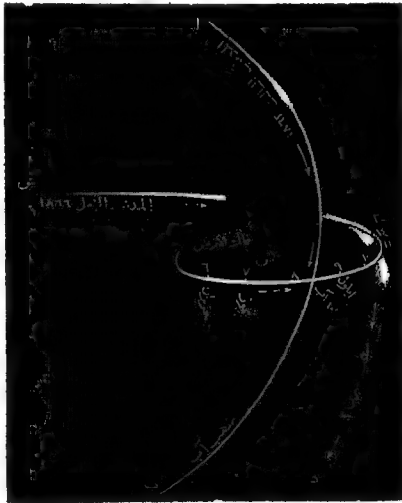
من الجهة المتقابلة جهة الشمس هو الذنب وبقى مخفياً بسبب حركة السدم كذا فيكون من السدم الكروي نعم مذنب يبقى داخل حدود النظام الشمسي أو يتوه في فحة الكون الى حيث لا يدري وفلكه يتوقف على سرعة حركته الاولى وبعد عن الشمس وجهة حركته فقد يكون شليجياً او هليجياً او هذلولياً فان كان هليجياً يعني في النظام الشمسي ويدور حول الشمس في اوقات معينة وان كان شليجياً او هذلولياً فيظهر داخل حدود النظام الشمسي مرة ثم يذهب ولا يعود ويناه على ما تقدم يظهر ان افلاك النجوم المذنبية ممكن ان تميل على دائرة البروج اي ميل كان بين صفوه ٩٠ ذات تكون حركتها مستقيمة او مدبرة

وقد اوضح شيابارلي ايضا ان هذا التغير في السدم لا ينتهي بقوله الى نعم مذنب بل كل جوهرة له حركة مستقلة فلا بد ان الراس او النواة اي الاقرب منه الى الشمس يكل دورانه حولها قبل جواهر الذنب البعيدة فينتاول اكثر فاكثرا الى ان يصير حلقة تامة وعند ذلك تدور حول الشمس تلك الحلقة العريضة المولدة من مادة عالمية وعند اقتراب الارض اليها تجذب من تلك المادة اليها فيحصل هطل نيازك او شهب فان كان فلك النجم هليجياً فتكون حلقة هليجية على قدر الفلك الاصلي وقد اوضح شيابارلي موافقة تامة بين نيازك آب وفلك المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ وموافقة نيازك ت بالذنب الذي ظهر سنة ١٨٦٦ اي هذان المذنبان هما بقايا الحلقة النيزكية التي منها الشهب في الشهرين المذكورين

مدة	نيازك ت	مذنب ١٨٦٦
نصف القطر الاعظم	١٠' ٣٤.٠٢	١٠' ٣٢.٤٨
مباينة	٠' ٩.٤٧	٠' ٩.٥٤
بعد نقطة الراس	٠' ٦٨.٥٥	٠' ٩٧.٦٥
ميل	٤٦' ١٦	١٨' ١٧
طول العقدة	٢٨' ٥١	٢٦' ٥١
طول نقطة الراس	١٩' ٥٨	٢٨' ٦٠
جهة الحركة	مدبرة	مدبرة

فتنتج ان مذنب ١٨٦٦ هو واحد من نيازك ت وهكذا يتضح ان المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ انما هو واحد من نيازك اب

مذنب ١٨٦٣ الثالث	نيزك آب	
٢٨° ٣٤٤'	٢٨° ٣٤٤'	طول نقطة الرأس
٢٦° ١٤٧'	١٦° ١٣٨'	" العقدة
٢٦° ٦٦'	١٠° ٦٤'	ميل
٩٦٣٦'	٩٦٤٣'	بعد نقطة الرأس
١٢١° ٥٠'		مدة
مديرة	مديرة	جهة الحركة



شكل ١٤٤

قطر هذه الحلقة نحو ١٠٩٤٨٠٠٠٠٠ ميل ومطل النيزك في آب يدوم نحو ست ساعات وحركة الأرض ١٨ ميلاً كل ثانية فيكون غلطها عند معبر الأرض فيها ٤٠٤٣٥٢٠ ميلاً لفرض س د (شكل ١٤٤) قطعة حلقة مذنب ١٨٦٦ تمر بها الأرض بقرب ٤٠٤٣٥٢٠

قطعة من حلقة مذنب ١٨٦٢ تمر بها الأرض بقرب ١٠ أب فحلجية آب قطعة الذنب منها هي خارج فلك اورانوس

(٢٢٦) لما عاد مذنب يالاسه ١٨٤٥ ظهر أولاً في ٢٨ من ث<sup>٢</sup> على هيئة صافية مستديرة متكاثفة قليلاً نحو مركزها وفي ١٩ ك<sup>١</sup> كانت قد تطاولت وفي آخر الشهر انفصلت وصارت قطعة من مئيتها معاً مدة ٢٤ شهر وفي ١٢ آذار سنة ١٨٤٦ كان يها ١٥٧٢٤٠ ميلاً ثم اختفى عن النظر ولما رجع سنة ١٨٥٢ كان بين القطعتين ١٢٥٠٠٠ ميل وفي معاده سنة ١٨٥٩ لم يرد ولا في ١٨٦٦ وفي ١٨٧٢ ازعم يوهنسن من مدراس انه رآه والامر تحت الشك هل ما رآه مذنب يالا او مذنب آخر على رأي لافرير دخل سديم الى حدود النظام الشمسي في ك<sup>١</sup> سنة ١٢٦ ب م ومن قسروا الى اورانوس تحول فلكه الى فلك هليجي حول الشمس ومنه المذنب الذي كشفته تيل والذي منه نيازك ت<sup>٢</sup> ومنذ ١٢١ سنة قد دار هذا السديم ٥٢ مرة بدون ان يُشعر بوجوده الا من قبل النيازك الكثيرة المأطلة كل ٢٣ سنة في ت<sup>٢</sup> ولم يرد على هيئة مذنب حتى سنة ١٨٦٦ . يدور في نحو ٢٢ سنة و ٣ اشهر ويقطع فلك الأرض عند اقترابه الى الشمس في اواخر ايلول وتبعه كثير من الاجسام الصغار الذرية على هيئة ذنب طويل تمر بالأرض نحو ١٤ او ١٤ ت<sup>٢</sup>

فضلاً عن نيازك آب وت<sup>٢</sup> تشاهد بكثرة في اوقات آخرها

ك <sup>٢</sup>	٢٢	ص م ٢٢٤	ميل ٥١	ش مركزها بقرب ٤	الأكليل الثمالي
نيسان ٢٠	٢٧٧	" ٢٣٥	" ٣٥	" " " "	النسر الواقع
تموز ٢٨ و ٢٩	٣٠٤	" ٤٠	" ٤٠	" " " "	الدجاجة
ت <sup>٢</sup> ٢٤	٨٣	" ١٢	" ١٢	" " " "	البحار
ك <sup>١</sup> بين ٨ و ١٤	١٠٥	" ٢٠	" ٢٠	" " " "	المجوز

من رصد النيازك من طرفي قاعدة طولها ٥٠٠٠٠ قدم قد حُسِب ارتفاع كثير منها فيختلف بين ١٦ ميلاً و ١٤٠ ميلاً

وعم البعض ان واحداً من هذه الاجرام قد صار تابعاً للأرض اي قمره يدور حولها في ٢٠٣ على بعد معدله ٥٠٠٠ ميل



## الجزء الثالث

### في النجوم الثوابت والعناقيد والسدم

#### الفصل الاول

##### في النجوم الثوابت

(٢٣٧) ان الاجرام المتختم ذكرها في مختصة بالنظام الشمسي وبعد جواز ابعاد السيارات تبقى مصافة لا تدرك قبل الوصول الى اقرب النجوم وكل نجم براه في قبة السماء في ليل صافية هو خمس نورها ذاتي يضيء على عوالم ونظامات كما نفهمه شمسا على العوالم في نظامها وتلك الدراري تتأخر بالنظر الجرد عن السيارات بشكل نورها لان نور السيارات ثابت اما الدراري فتدور مرة كانتها تدح شرارات وتلك النجوم لما حركات في ساحة الكون غير انه على بعدها الفاسع لا تظهر الا على مضي قرون فتبقى على نسبة بعضها الى بعضها وضعا ولذلك سميت ثوابت تميزاً بينها وبين السيارات وتلك النجوم وان لم تكن لما حركة ذاتية تظهر متحركة قليلاً بسبب مبادرة الاعتدالين كما تقدم ذكره (ع ١٨٠) بها يدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج ونجم القطب الذي هو عين القطب الآن نحو  $1^{\circ}$  بقرب الدائرة اكثر حتى يصير بينها  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  ثم بعد عنه ومنذ ٤٠٠٠ سنة كان الدائر الثاني من صورة النجوم نجم القطب وبعد ١٢٠٠ سنة يكون النجم الواقع نجم القطب اي يكون جهة قوس القطب  $51^{\circ} 20'$  والظاهر ان اجرام المجرة بنيت لما كان  $\gamma$  الندين نجم القطب لان الدليل عند المدخل يحد على زاوية بين  $26^{\circ}$  و  $27^{\circ}$  وبوازي الهاجرة فلو وقف ناظر في اسفل الدليل ونظر الى السماء لوقع بصره  $27^{\circ}$  او  $26^{\circ}$  فوق الافق وذلك بوائق ارتفاع  $\gamma$  الندين عند تكبير الاسفل في ذلك الوقت اي ٢١٢٣ ق م

(٢٣٨) بعض النجوم انور من البعض وقد اهتمت باعتبار نورها الى اقدار فانورها هي القدر الاول وما دونهما قليلاً فمن القدر الثاني وما دون ذلك فمن القدر الثالث وهم جراً الى ان ثلاثي

من ضعف نورها ولا يرى بالنظر المجرد ما دون القدر السادس وبواسطة النظارات القوية يرى ما على القدر العشرين ولو تقوت الآلات لمعونة البصر لطهر ما دون ذلك. أما النجوم الظاهرة للنظر المجرد فتعبر ٦٠٠ أي



شكل ١٤٥ النور السمي لاقدار النجوم الستة الأولى

من القدر الأول ٢٠	من القدر الرابع ٣٠٠
" الثاني ٤٠	" الخامس ٦٥٠
" الثالث ١٤٠	" السادس ٤٤٥٠

أسماء النجوم من القدر الأول

(١) الشعرى البانية	(١١) العظيم أو آخر النهر
(٢) " السنية	(١٢) الدبران
(٣) سهيل	(١٣) قطوريوس
(٤) " قطوريوس	(١٤) " الصليب
(٥) السماك الراجح	(١٥) قلب العنبر
(٦) رجل الجبار	(١٦) النسر الطائر
(٧) العميق	(١٧) السماك الأعزل
(٨) النسر الواقع	(١٨) فم الحوت
(٩) الشعرى الشامية	(١٩) " الصليب
(١٠) ابط الجوزاء	(٢٠) " الثوابين أي بلوكس

أما الظاهر للنظر المستعين بالآلات البصر فلا تعد ولا تحصى وفي بعض أرقام المجري يرى بواسطة نظارة متوسطة القوة رؤى من النجوم في بقعة على قدر البدر. على قول أركلايدر مدبر مرصد بون يرى من القدر السابع نحو ١٢٠٠٠ ومن القدر الثامن ٤٠٠٠٠ ومن القدر التاسع ١٤٢٠٠٠ والتي ترى بواسطة نظارة هرشل الكبيرة ٢٠٠٠٠٠٠

أما نور النجوم السمي فعلى قياس سرجونا هرشل إذا حسب نور نجم من القدر السادس واحدا فنور بقية الاقدار على ما يأتي

القدر الثالث = ١٢

القدر السادس = ١

" الثاني = ٢٥

" الخامس = ٢

" الأول = ١٠٠

" الرابع = ٦

(٢٢٢) كل سمار يُرى له بواسطة نظارة قوية قرصٌ أما الثوابت فلا يُرى لها قرصٌ مها  
تقوت النظارات وذلك لان زاوية البصر ثلاثى قبل الانتهاء الى النجم بمسافة بعيدة ولا يُرى قرص  
الا اذا كانت زاوية البصر على قدر قابل القياس فلا يبقى غير نقطة نيرة وملاشاة النور متوقف على  
شدّة نفدة نور الثوابت كافية للوصول اليها من مسافات ثلاثى بها زاوية البصر وربما يتضح هذا  
المعنى من شكل ١٤٦



شكل ١٤٦

ليكن ٦٥ جمّا على بعد ا ب فاذا قُبل الى س يصير جرمه الظاهر ٢ واذا قُبل الى د  
يصير جرمه الظاهر ٣ ٤ ومكنا حتى يتلاشى جرمه الظاهر وتبقى نقطة نيرة فقط وفضلاً عن ذلك  
كثير من الشعاع التي دخلت العين والشبح عند ب تمر خارجها متى قُبل الى س مثل ١٣ ٧  
و ١٢ ٨ واكثر اذا قُبل الى د مثل ١٤ ٩ و ١١ ١٠ فكل الشعاع بين ١٠ ١١ و ١١ ١٢  
١٤ تمر خارج العين فلا تعين على رؤية الشبح فلا ينتهي اليها الاشعاع متوازية ولا تصوره النظارة  
صورة في محترقها فيرى بشدة نوره ولا بزاوية شعاعه

(٢٤٠) قد حسب سريوحنا هرشل ان نور الشمس الى البانة انور الثوابت = ٢٢٤ مثل  
نور نجم من القدر السادس وقد وجد الدكتور ولستون بالامتحان ان نور الشمس ..... ٣٠٠٠٠٠٠٠  
مثل نور الشمس الى البانة فلكي تصهر شمسا على قدر الشعري البانة يقتضي ان تبعد عنا  
..... ١٢٤٣٣٠٠٠ ميل وقد تحقق ان الشعري ابعد من ذلك كثيراً كما ستعلم فلو بعدت  
شمسا عنا الى بعد الشعري لظهرت على هيئة نجم دون القدر المئة

(٢٤١) ان الاختلاف بين النجوم نوراً ناتج اما عن اختلافها بعداً اذا كانت على قدر واحد واما من العتئين معاً . اذا فرضنا المفروض الثاني وان نور نجم على قدر مفروض هو نصف نور نجم من القدر الاكبر الذي يليه يكون نجم من القدر السادس عشر على ٢٦٢ مثل بعد نجم من القدر الاول واذا قد ظهر ان نجماً من القدر الاول بعداً يعدل ٩٨٦٠٠٠ مثل نصف قطر فلك الارض السنوي يكون بعد نجم من القدر السادس عشر ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٢٩٢ ٦٣٤ ٢٢ ميل اي النور على سرعة ١٨٤٠٠٠ ميل كل ثانية يقتضي له ٥٦٣٠ سنة لكي ينتهي اليها من نجم على القدر السادس عشر (٢٤٢) اختلاف نجم السنوي هو الزاوية عند النجم التي يقابلها قطر فلك الارض وهي اصغر من ان تقاس اي كل فلك الارض عند اقرب الثوابت نقطة فقط . واذا كان نجم اختلاف سنوي يُشعر به فحركة النجم بسبب ذلك الاختلاف تتوقف على موقعه فان كان موقعه في سطح دائرة البروج يحرك على خط مستقيم متقدماً ومدبراً مرة كل سنة ويظهر ثابتاً في فاصلين متقابلين من السنة اية عندما يتوجه الارض اليه وعند ذهابها عنه واذا رسم فلك الارض قطريين النقطتين المشار اليهما اي نقطتي وقوف النجم يرسم النجم خطاً يوازي وحركته عكس حركة الارض

وان كان موقع النجم قطب دائرة البروج وظهر له اختلاف سنوي يُشعر به كانت حركته في فلك يوازي فلك الارض وبشيء اي يسوغ ان يُحسب دائرة مركزها موقع النجم منظوراً اليه من الشمس ويكون موقع النجم الظاهر وموقع الارض الحقيقي متقابلين واذا كان موقعه بين سطح دائرة البروج وقطبها يحرك في هليطي نسبة قطرها الى منصفه متوقفة على عرض النجم

(٢٤٣) لنفرض ي ت (شكل ١٤٧) قطر فلك

الارض ون نجماً فالزاوية ي ن ت هي مضاعف الإختلاف

السنوي ي ن ش و ٢٦٠ = ١٢٩٦٠٠٠ ونسبة

١٤١٦ : ٢٠٦٣٦٥ :: ١ : ١٢٩٦٠٠٠ = ٢٠٦٣٦٥ : ١

في ثواني وان فرضنا ر = ١/٢ قطر فلك الارض ود بعد النجم  
وخت الاختلاف فلنل

د = ر ×  $\frac{٢٠٦٣٦٥}{١٢٩٦٠٠٠}$  (٥٩)

فان كان خ ا يكون بعد النجم ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد

الشمس عن الارض ولم يتحق لنجم اختلاف ا فلا يمكن ان

يكون بين الارض واقرّب الثوابت اقل من ٢٠٦٣٦٥ مرة

بعد الشمس اي



شكل ١٤٧





١١ ٢٨٥٤ ١٠٣ \* ونور الشعرى الجانية اربعة اضعاف نور « قطوروس » واخلاقها ١٥٠. " فيكون نور الشعرى ١٢٧ مرة نور شمسنا + فلو بعدت الشمس الى بعد اقرب السهارات لكان قطرها  $\frac{1}{13}$  " فقط ونورها  $\frac{1}{138}$  من نور الشعرى الآن

(٢٤٧) لاجل تسهيل تعيين مواقع النجوم قد انقسمت الى صور قصور الابراج قد مضى

ذكرها (صفحة ٤) وهي

المحل	النور	المجوزاء او القوامين	السرطان	الاسد	السنبلة
الميزان	العقرب	الرامي	الجدي	الدلي	الحوتون
اما الصور الواقعة الى شالي صور الابراج فهي					
١	الدب الأكبر	١٠	ماسك الاعنة	١٨	الدجاجة
٢	الدب الأصغر	١١	الاسد الأصغر	١٩	العقرب
٣	الثور	١٢	السلاقيان	٢٠	النسر الطام و العقاب
٤	قيناوس	١٣	شعر برنيشي	٢١	اكتينوس
٥	ذات الكرسي	١٤	العزاد	٢٢	دلتونوس
٦	الزرافة	١٥	الثكة او الأكليل الشمالي	٢٣	السم
٧	المرأة المسلسلة	١٦	الجاني	٢٤	الفرس
٨	فرساوس	١٧	الشلياق	٢٥	قطعة الفرس
المثلثان					
اما الصور الى جنوبي صور الابراج فهي					
١	قبطوس	الدب	الصلب	الغراب	
٢	الجبار	وحيد القرن	السنبلة	النهر	
٣	الارتب	الكلب الأكبر	الثمة او الجعاج	الحوت الجنوبي	
٤	قطوروس	الكلب الأصغر	الكاس	المجرة	

الأكليل الجنوبي					
-----------------	--	--	--	--	--

\* حاشية. هو ٢٢٤٠٠٠ مرة بعد الشمس و (٢٤٤٠٠٠) = ١٧٦ ٠٠٠ ٠٠٠ ٥٠ وذلك

الكمية مقسومة على ٢١ ٩٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠ = ٢٢٨٥٤

+ ٢١ ٩٥٥ ٠٠٠ ٠٠٠ (٢٤) = ١٣٧٢ ١٨٧٥٠٠٠ وهو هنا ١٣٧٥٠٠٠ مرة بعد

الشمس و (١٣٧٥٠٠٠) = ١٨٩٠ ٦٢٥ ٠٠٠ ٠٠٠ = ١٣٧٢ ١٨٧٥٠٠٠ + ١٣٧٢ ١٣٧٥٠٠٠

(٢٤٨) نجوم صورة ثعمن بالاحرف الالهية اليونانية اي الانور و ما دونه B والثالث  
 ٧ وملم جراً وان لم تكف هذه الاحرف لعدد النجوم في صورة تستخدم الاحرف الرومانية وان لم تكف  
 ايضاً فالاعداد الطبيعية وقد اصطنعت قوائم كثيرة للنجوم الثوابت بتمعن بها صعودها المستقيم وميلها  
 ومن اقدم تلك القوائم قائمة هيرخوس فيها ٠٢٢ من انور النجوم وقائمة بطلموس وقائمة نصير الدين  
 الطوسي سنة ٦٦٠ للهجرة توافق ١٢٦١ مسجلة في عصر الخليفة المستعصم شاه الزنج الحاني وقائمة  
ألف بك حفيد تيمور صبح في مرقند سنة ٨٥٣ للهجرة توافق ١٤٤٩ مسجلة وقائمة عبد الرحمن  
 الصوفي وفي هذه القوائم ذكر عرض النجوم وطولها اما قائمة محمد التزي في موقت الجامع الاموي في  
 دمشق الشام المصطنعة في ٩٤٠ للهجرة الموافق ١٥٢٣ مسجلة فيها مطالع النجوم وميلها بالمطالع  
 محسوبة من اول الجدي ومن القوائم الحديثة المتعد عليها قوائم كرنوبل وقائمة الجمعية البريطانية  
 وقوائم أخرى كثيرة كما سياتي في محله في القسم الثاني من هذا المؤلف اي العملي ان شاء الله  
 اما كيفية معرفة الصور ونجومها فراجع فيديكتاني في تخطيط السماء لان هذا المقام لا يسع ذكر  
 كل ما يلزم لذلك

وعدد النجوم في الصور يختلف حسب قوة البصر والنظارة

فقد عد	بطلموس	تيخوبراي	هتل	فلسفيد	بود
في الحمل	١٨	٢١	٢٧	٦٦	١٤٨
الدب الأكبر	٢٥	٥٦	٧٣	٨٧	٢٣٨
العواء	٢٣	٢٨	٥٣	٥٤	٢١٩
الاسد	٢٥	٤٠	٥٠	٩٥	٢٣٧
السنبلة	٢٣	٢٩	٥٠	١١٠	٤١١
الثور	٤٤	٤٣	٥١	١٤١	٢٩٤
الجبار	٢٨	٦٣	٦٣	٧٨	٢٠٤

وقد عدّ في معين الجبار فقط أكثر من ٢٠٠٠ نجم

ان درس الصور يستلزم وجود كرة سماوية جيدة او اطلس النجوم او مرشد يرشد المبتدئ الى  
 معرفة الصور شفاهاً ولا غنى عن ذلك لمن يرغب التقدم في هذا الفن



## الفصل الثاني

### في النجوم المزدوجة والمتعددة

(٢٤٩) للنظر المجرد كل النجوم مفردة وبواسطة آلات معونة البصري يرى كثيراً منها مزدوجة أو متعددة ولما شرع سرولم مرشل بالفتيش على نجوم مزدوجة بواسطة نظاراته الكبيرة سنة ١٧٨٠ عرّف منها أربعة فقط ولكنه بمدة وجيزة كشف عن ٥٠٠ نجم مزدوج وقد وافقها وبعد زمانه كشف سر يوحنا مرشل وسنوف عن نجوم كثيرة من هذا النوع فبلغ عدد المعروفة منها نحو ٦٠٠٠ نجم بعضها ظاهرة للنظارات الاعيادية والبعض لا يرى مزدوجاً إلا بواسطة اقوى النظارات وفي المضافات الى آخر هذا الكتاب قائمة بعض النجوم من هذا النوع

(٢٥٠) اذا وقع نجمان على استقامة واحدة اي على خط واحد تقريباً يظهران للنظر نجماً واحداً مزدوجاً مع وجود مسافة طويلة بينهما وبدون تعلق بينهما مطلقاً وذلك النجم ليس مزدوج حقيقي بل سمي مزدوجاً بصرياً واذا كان بين النجمين تعلق بحيث يفرك الواحد حول الآخر ضمن نجم مزدوج حقيقي وقد كشف مرشل في سنة ٢٥٠٠ عن ٥٠ نجماً من هذا النوع ومنذ ايام وازاد عدد المعروفة منها حتى بلغ الآن الى ما ينيف على ٦٠٠ نجم مزدوج حقيقي والذي من هذا النوع سمي ثنائياً تمهيداً بينه وبين المزدوج البصري



شكل ١٤٩ ٥ المجمار



شكل ١٤٨ ١ و ٢ الشياق والفتة الضيف



شكل ١٥٠ ٥ السرطان ١١ وجد القرن ٨ المجمار ٢٩ النين ٧ الاسد كتور

(٢٥١) من هذه النجوم الثنائية « التوأمن أي كستور و γ الاسد و ٢٩ الثنين (شكل ١٥٠) و ١٨ الحواء و برصد نجم من هذه النجوم على مئة وقياس البعد بين نجميه وزاوية الوضع بينهما يتعين لها فلك كما في شكل ١٥١ ونحسب مدتها ومثال ذلك أيضاً شكل ١٥٢  
أي وضع نجمي γ السنبلة من سنة ١٨٢٧ الى سنة ١٨٦٠  
مئة كستور ٢٥٢ سنة ومئة γ الاسد ١٢٠٠ سنة ومئة γ السنبلة



شكل ١٥١

١٨٢٢ سنة

انظر قائمة النجوم الثنائية في المضافات



γ السنبلة شكل ١٥٢

(٢٥٢) بناء على الزاوية بين النجمين قد قسم ستروف النجوم المزدوجة والثنائية الى ثمانية رتب

١	بينها اقل من ١"	٥	بينها زاوية بين ٨" و ١٢"
٢	" زاوية بين ١" و ٢"	٦	" " " " ١٢ و ١٦
٣	" " " " ٢ و ٤	٧	" " " " ١٦ و ٢٤
٤	" " " " ٤ و ٨	٨	" " " " ٢٤ و ٢٢

قد لا يكون فلك النجم عمودياً على خط النظر فان كان مائلاً عليه يكون ملفاً في قبة السماء هليجياً وتكون المباشرة الظاهرة خلاف المباشرة الحقيقية ويظهر النجم المركزي انه ليس في المشرق غير ان



شكل ١٥٣

الفلك الحقيقي يستعمل من النظري بواسطة وضع النجم المركزي فلو كان سطح فلك نجم ثنائي عمودياً على خط النظر لتحرك النجم الواحد على خط مستقيم ماراً على الآخر

ليكن الهليجي ب س د (شكل ١٥٣) فلك  
« الدب الأكبر الظاهر والنجم المركزي عند ا فالفلك  
الحقيقي الذي انحرفه هوب د ف

وفلك « قطب وروس مطاول أكثر من ذلك

(شكل ١٥٤) لانه مائل أكثر على خط البصر وقد تقدمت (شكل ١٥٢) هيئة فلك γ السنبلة

وفلكة الخفي مطاول أكثر من ذلك

اقصر مدات النجوم الثنائية مدة ٢ الجاني اي ٢٦٢ سنة ومدة ٥ قنطوروس محسوبة ٢٥٢ سنة غمرانه لم بكل دورة واحدة منذ اكتشافه



(٢٥٢) مساحة افلاك النجوم الثنائية تُعرف اذا عُرِف اختلافا وبعدها وقد تقدم ذلك من جهة ٥ قنطوروس و٦١ الدجاجة فيستعمل معدّل القطر الحامل من طول قطر العليبي الاطول وهو في ٥ قنطوروس ٢٠ وبعدك عن الارض كما تقدم

$$= 224 \dots \times 21430 \dots$$

$$30480 \dots 230 \dots =$$

شكل ١٥

وأي ١٥ " ٢٢٠ ٣٠٤٨٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ١٤٨٩٤٠٠ ميل

اي ١٧ مرة بعد الشمس عن الارض

(٢٥٤) استعمال مادة النجوم الثنائية . اذا عُرِفَت مناسبتها والمسافة بين نجميها تحسب مادة

النجم المركزي

$$m = \frac{2}{3} (217)$$

فلنا في ٥ قنطوروس على افتراض بعد الشمس عن الارض واحداً ومدة الارض واحداً

$$m = \frac{217}{170} = 1.27$$

اي مادة نجم واحد من نجمي ٥ قنطوروس هو نحو  $\frac{1}{11}$  مادة الشمس

(٢٥٥) من النجوم المزدوجة ازدواجاً بصرياً

النسب الواقعة	قدر	بها
الدبران	١١ و ١	٤٣"
النسر الطائر	١٢ و ١	١٠٨
الثور	١٢ و ١	١٥٢
الثور	١٢ و ٢	٢٠٨

(٢٥٦) في كثير من النجوم الثنائية والمزدوجة يختلف لون النجم الواحد عن لون الآخر وكثيراً

ما يكون لون الواحد منها ميم لون الآخر فعلاً يكون اكبرها احمر او برتقالي اللون والاصفر ازرق

أواخضر وبعض النجوم المفردة لونها احمر أو اصفر فاتح أما نجوم مفردة على اللون الأزرق أو الأخضر فنادرة جداً ومنها β الميزان

وماك قائمة بعض النجوم المزدوجة والثنائية المختلفة الألوان

اسم	ص ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	قدر	لون A	لون B
١ ذات الكرسي	١٥ ٤١	٧٨° ٥٧'	٧ ١/٢	اصفر	بنفسجي
٢ المحوتين	١٨ ٥٥	٨١° ٢٠'	٦ ٥	اخضر فاتح	ازرق
٣ المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥	٤٢° ٤١'	٥ ١/٢	برطقالي	اخضر بحري
٤ السرطان	٤٩ ٣٨	٢٩° ١٤'	٨ ٥ ١/٢	برطقالي	ازرق
٥ العملاق	١٨ ٣٩	٢٧° ٤٢'	٧ ٢	برطقالي باهت	اخضر بحري
٦ الأكليل	٢٩ ٢٤	٢٧° ٢٦'	٦ ٥	ايض	بنفسجي
٧ الجاثي	٤٢ ٨	٣٢° ٢٢'	٥ ١/٢	برطقالي	اخضر زمردني
٨ الدجاجة	٢٨ ٢٥	٢٧° ٤١'	٧ ٢	اصفر	ازرق صفري
٩ ذات الكرسي	٢٦ ٥٢	١٨° ٥٥'	٨ ٦	مخضر	ازرق فاتح

وقد تحقق ان اللون بعض النجوم قد تغير في مضي الادوار حتى بطلميوس وسنيكا ان الشعري البانية في عصرها كان على اللون الاحمر او بالاقبل محمر قال سنيكا انها اشد حمرة من المريخ وشبهها بطلميوس بقلب القرب لونها وفي الآن شديدة البهاض مع لمحات زرق وحكي صروليم مرشل غن γ الاسد و γ دلفينوس انهما على اللون الالبيض في عصرهما اما الآن فالنجم الاكبر من كلا الزوجين اصفر والذي كان اصفر من كلا الزوجين صار اخضر

(٣٥٧) نجوم متعددة. ان بعض النجوم المفردة للنظر الجرد والمزدوجة للنظارات الاعيادية ترى بواسطة النظارات القوية ثلاثية ومنها رباعية ومنها سداسية ومنها سباعية فأكثر مثال الثلاثية ذات الكرسي والوحيد القرن و ١٢ اليتكس و ٥ السرطان ومن المسدسة ٩ الجبار (شكل ١٤٩) ومن السباعية ٥ الشلياق (شكل ١٤٨) و ٤٧٤٦ في ص م ٦٥° ٥° وميل شالي ٥٨° ٢٥° مؤلف من عشرة نجوم فصاعداً من القدر الثاني عشر والثالث عشر بقرب واحد من القدر الخامس (انظر القائمة في المضافات)

## الفصل الثالث

## في النجوم المتغيرة والموقنة وحركة النجوم الخصوصية

(٢٥٨) ان بعض النجوم يزيد نورها تارة ويقل اخرى فسميت نجومًا متغيرة وقد انكشف عن اكثر من مئة نجم من هذا النوع ولعل عددها الحقيقي اكثر من ذلك كثيرًا

النجم المتغير الذي عرف اول الكل هو قيطوس ولقب الجيب في ص م ١٢٢ وميل ٢٤٣ - يقب بين اشد نوره والاختفاء العام نحو ١٢ مرة في ١١ سنة اي بين القدر الثاني والاختفاء في ٢٣١ يومًا ١٦ ٤ ٨ ويبقى على اشد نوره نحو ١٤ يومًا ويتناقص مدة ٢ اشهر حتى يخفى عن النظر ويبقى غائبًا مدة ٥ اشهر ثم يعود الى ما كان عليه في نحو ٢ اشهر ومعظم نوره ليس على درجة واحدة ولا يثبت على مدة واحدة بالعام ومعدله ٢٣١ يومًا ٨ ١ وتقص هذه المدة وتطول بالتعاقب ٢٥ يومًا كل ٨٨ سنة . كان على معظوه في ٥ ث سنة ١٨٢٩ وكان نوره حيثئذ مثل نوره قيطوس او ب ماسك الاعنة وحسب رصد شهدت كان على معظوه ٢٥ ايار سنة ١٨٢٩

ومن النجوم المتغيرة ب فرساوس اي القول وهو في الغالب من القدر الثاني ص م ٢٠٠ وميل ٢٧ ٤ ٠ وبقل نوره حتى يصير من القدر الرابع في ٢ ٣ ساعات ويبقى على ذلك نحو ٢ ٢ ثم يعود الى القدر الثاني ويبقى على ذلك ١٢ ٢ ٢ ثم يخف نوره ايضا على النسق المذكور فتكون كل مدة ٢ ٢ ٠ ٤ ٨ ٢ ٥٥ على ان هذه المدة تقصر زمانًا ثم تزيد ايضا

ومنها ايضا ه قيناوس وهو نجم مزدوج وربما ثنائي في ص م ٢٤ ٢ ٢ وميل ٢٥ ٥ ٧ الواحد على قدر ٤ والآخر على قدر ٧ وبينهما ٤ ١ لون الواحد اصفر ولون الآخر ازرقي ما وجد يتغير الاول اي الذي على قدر ٤ حتى يصير ٤ ٢ في ٥ ايام ٢ ٠ ٨ وبين معظوه وبصره ٢ ايام ١ ٢ وبين مصفره ومعظوه ١ ٢ ١ ويترجم شهدت بتغير عدة من نجوم قيناوس ومنها ب الشلياق بقرب النسر الواقع في ص م ٥ ١ ٨ ٤ وميل ١٢ ٢ ٢ ١ ومدة ١٢ ٢ ١ ٥٢ وعلى هذا النسق اذا كان على قدر ٤ ٢ يصفر حتى يصير على قدر ٢ ٤ ثم يزيد الى معظوه ايضا ثم يصفر حتى يصير على قدر ٤ ٢ وقد لاحظت شهدت عدم الزكز على ذلك تمامًا ثلاثة ايام في القدر ٨ و ٨ ١ ومن النجوم المتغيرة R الاكليل الشمالي مدة ٢٢٣ يومًا وهو على معظوه من القدر السادس T الاكليل الشمالي كان على القدر الثاني في ١٢ ايار سنة ١٨٦٦ وفي ٢٤ منه صار على قدر ٨ ٢ ثم على قدر ٩

ثم زاد الى قدر ٧ ثم ٥ في ث ولا يزال يتغير موقنة على ١ المسافة بين ٥ الاكليل نحو ٥ النجمة  
ومنها ٥ السفينة هو غالباً بين القدر الاول والثاني وثارة يزيد نوره حتى يضاهي سهلاً  
(٣٥٩) يُعلل عن رؤى النجوم المتغيرة بانها دائمة على محورها وان جانباً منها اقل نوراً من  
الجانب الآخر وايضاً بتواسط جرم مظلم بيننا وبينها وبانها تبعد وتقرّب وبان لها كرة هوائية وبخبرة  
تجرب بعض نورها احياناً ولا شيء من ذلك أكيد

ومن هذا النوع ايضاً نجم قتيبة نظير مده وجيزة ثم تزول . ذكر هرخوس واحداً منها في  
القرن الثاني ق م وعلى قول اقلدس ظهر ذلك النجم حمل هرخوس على اصطناع قائمة الثوابت  
سنة ١٢٥ ق م وذكر في تواريخ الصين نجم جديد في القرب ق م ١٢٤ وقد ظهرت نجوم لامعة في  
ذات الكرسي او بقرها سنة ٩٤٥ و١٢٦٤ و١٥٧٢ وهذا الاخير رصدت بغوراهي من ث سنة ١٥٧٢  
الى اذار سنة ١٥٧٤ اي ١٧ شهراً وفاق الشعرى والزهرة لمعاً وظهر في النهار وانقلب بين ايض  
واصفر واحمر ثم ايض ايضاً لم يتغير موقنة بين النجوم به وقد زعم بعضهم ان الرؤى الثلاث المذكورة  
هي رؤى نجم واحد ذي مدة طويلة

وفي سنة ١٦٠٤ ظهر نجم لامع مثل الزهرة في صورة الحواء مدة ١٥ شهراً ذكر كبلر وفي سنة  
١٦٧٠ ظهر نجم لامع من القدر الثالث في صورة الدجاجة وفي سنتين ثم ضعف نوره ثم زاد ثم تلاشى  
وفي ٢٨ نيسان سنة ١٨٤٨ رأى المعلم هيند نجماً جديداً من القدر الخامس في الحواء ثم بلغ  
القدر الرابع ثم قل وهو الآن من القدر الحادي عشر او الثاني عشر

وقد ذكر في القوائم السابقة نجوم لا وجود لها الآن وبالقلب ظهرت نجوم لم تُذكر فقد ذهب  
من الجائي ٤ ومن السرطان واحد ومن فرساوس واحد ومن المكوين واحد ومن النجاش واحد ومن  
الجبار واحد ومن شعر برنشي اثنان وعدة نجوم من قائمة بطليموس لم تُذكر في قائمة ألبريك سنة  
منها بقرب المكون المجنوبي واربعة منها من القدر الثالث ولعل كل هذه النجوم الموقنة نجوم متغيرة  
مدتها طويلة او قد اخطى في رصد بعضها

(٣٦٠) فقد تقدم ان النجوم الثوابت على نمادي الادوار تغيرت مواقعها النسبية قليلاً وبعضها  
تغير اكثر من بعض فقد تحرك الساك الرابع ٥ في ١٥٢ سنة والنجم بقرى ٥ العوام لم يهرك ٥  
النسراي النسرا الطائر بعد مضي ادوار يكون الى شرقي نجم بقرى الى الشرق ومن النجوم التي ظهرت  
لها حركة سنوية واضحة

٨٧

٢١٥٠ السفينة

٧٤

٤ الهند

١٨٣٠ كروميرج

٦٩٧

٦١ الدجاجة

٥١٢

ومن رصد الدكتور هجنس بالسكتر وسكوب قد تحقق اقتراب بعض الثوابت نحو النظام الشمسي وابتعاد البعض عنه اما من حركاتها المخصوصية واما من حركة كل النظام الشمسي في الكون او من كليهما. اما النجوم المتقاربة اليها فهي هذه

الملك الراجح	α الدجاجة	α الدب الأكبر
النسر الواقع	β القوامين	γ الاسد
العواء	γ الفرس	
الدرس	α المرأة المسلسلة	

اما النازهة عنها فهي

الشعرى الشامية	قلب الاسد	
ابطح الجوزاء	β الدب الأكبر	الملك الاعرج
رجل الجوزاء	γ " "	α الاكليل الشامي
α القوامين	δ " "	الشعرى الشامية
	ε " "	المهوق
β الاسد	ζ " "	الدبران
δ " "	η " "	γ ذات الكرسي

فقد اتفق اشهر علماء الهيئة الآن على ان الشمس ونظامها من العوالم سائرة نحو نقطة من التبة السماوية موقعا على الخط الموصل بين π و μ المجائي على  $\frac{1}{2}$  البعد بينهما عن π اي ماس هذا الفلك العظيم ينتهي الى π المجائي شمالا والى α الحمامة جنوبا والحركة السنوية الى تلك الجهة ١٦٣١ من نصف قطر فلك الارض اي ١٤٨٤٠٠٠٠٠ ميل وفي دائرة حول نقطة في الثريا مركزا اي η الثور حسب رأي ميدلر وسرعة هذه الحركة نحو α امبال كل ثانية. وبما ان كثيرا من النجوم الثوابت هي على ما يعلم بعيدة عن فعل جاذبية غيرها فرما يكون كل واحد من تلك مركز نظام عوالم كما ان شمسنا مركز نظام العوالم الدائرة حولها ومن تلك الشمس

النسر الواقع	المهوق	الملك الراجح	الشعرى الياينة
سهيّل	مركب	γ الجبار	α قيطوس
α ذات الكرسي	الغراب	α القوامين اي بروس	

اما درهٔ القجوم القوابت او تفعشعها مثل قدح شرار فن اسباب هوائية لانه كل ما سكن الهواء قل الدرهره وكذلك كلما ارتفع الناظر عن سطح الارض قل اما القجوم الصغار الضعيفة النور فربما اوضح اذا كثر الدرهره

## الفصل الرابع

### في القنوان والسدام

(٢٦١) القنوان جمع قنوو وهو الكجاسة ويراد بها في اصطلاح علماء الهيئة محال من السماء نجوما محشوقة فترى كثير منها في مساحة صغيرة والسدام جمع سدم وهو الضباب الرقيق وفي الاصطلاح نجوم صغيرة القدر جتنا محشوقة حتى ترى مثل سحابة او ضباب او قطعة نورة سحابة لا تحل الى نجوم مفردة بالنظارات القوية او ما تحقق بالسكتر وسكوب انها مجتمعات غاز حار الى درجة الانارة وقد انقسمت باعتبار ما ذكر الى ثلاثة اقسام

- (١) قنوان او عما قيد ترى بالنظر المجرد زاد وضوحها او قل
- (٢) قنوان تحل الى نجوم مفردة بواسطة نظارة
- (٣) سدام لا تحل الى نجوم مفردة بالقوى النظارات المعروفة وهذا القسم الثالث قد انقسم الى خمسة انواع

(١) سدام حلقة

(٢) " هليبية

(٣) " حلزونية

(٤) " سيارية

(٥) نجوم مسددة

اول من اعنى بتحديد قولهم القنوان والسدام الفرنسي مسيهرنهما بالاعداد الطبيعية وطبعت قائمة اولاً في المناهج السنوية الفرنسية لسنة ١٧٨٣ و ١٧٨٤ ويشار الى كونها من قائمة مسيهر بالحرف الروماني M مثالة M ا او M وهرشل الاول يدل عليه بالحرف H وهرشل الثاني بالحرف H وهرشل الاول قسم السدام والقنوان الى ٨ رتب هكذا (I) سدم لامع (II) سدم



ضعيف (III) سديم ضعيف جداً (IV) سديم سباري (V) سديم كبير (VI) قنومحشوك (VII) قنوقليل الحفك (VIII) قنومشترفلوقيل ٢٣ VI لكاف المراد السديم الثالث والثلاثين من الرتبة السادسة من رتب مرشل

(١) من القسم الأول الثريا وحده النجوم الظاهرة فيها متوقفة على حنة البصر فبعض العيون المجردة المحادة البصر ترى نجومًا مفردة حيث لا ترى غيرها إلا بحاسة بيرة أو لا ترى شيئًا فالبعض يميز في الثريا ستة نجوم والبعض يميز ١٢ نجمًا وربما يميز أكثر من ذلك بالنظر إليها من الماق أو بحرف العين عن الاستقامة قليلًا أما بالنظارة فبى قنوم ٥٠ أو ٦٠ نجمًا أنورها السبوتى أو الثور من القدر الثالث بزم أنه مركز دوران النظام الشمسي حسبًا تقدم وهو المعروف بوسط الثريا لم أكثرها وأطلق من القدر الرابع ومايا وتاجيجنا من القدر الخامس ويلوتى وشيلوتى من القدر السادس والسابع واستروبي من القدر السابع والقامن وكثيردون ما ذكر قدرًا وقد سميت الثريا عند البعض الفرقة والصهبان

ومن هذا النوع أيضًا حنة نجم أنورها الدبران ولعلها الفرود . قال الفيزوزيادى في القاموس الفرود كواكب مصطفة خلف الثريا أما الدبران أو عين الثور فمن القدر الأول ولعل سميتها من كونه مبدأ خلف الثريا وهو المتلة الرابعة من منازل القمر

ومن هذا النوع أيضًا المعلف في السرطان غرباته لا يحل النظر المجرد نجومًا ويسمى أيضًا الثرة وفي المتلة الخامسة من منازل القمر

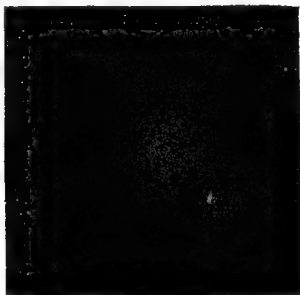
ومن هذا النوع أيضًا شعر برنيكي على منتصف المسافة بين « السلاطين وذنوب الاسد »  
(٢) أما القسم الثانى اى قنوان تحمل الى نجوم مفردة بواسطة النظارة فكثيرة جدًا لا يحسن المقام الا لذكر بعضها فنبها

ميل ١٨٧٠	ص م ١٨٧٠	
٦٠ + ٢٥٤	١٠ ٢٧	(١) VII ٢١ ذات الكرسى
٦٦ + ٢٢٩	٥٧ ٩ ٢	(٢) VI ٢٣ فرساوس
٢٤ + ٢٠٧	٤٩ ٠ ٦	(٣) M ٢٥ المجرزاء
٢٩ + ١٨	٨ ٢٦ ١٢	(٤) M ٢ السلافي
٢ + ٢٤٦	٥٧ ١١ ١٥	(٥) M ٥ الميزلان
٢٦ + ٤٢٥	٢ ٢٧ ١٦	(٦) M ١٢ المجاني
٤٣ + ١٥٨	١٥ ١٢ ١٧	(٧) M ٢٢ المجاني

١٨٧٠ ميل	١٨٧٠ م	
٢٥٥ ٦ -	٩ ٤٤ ١٨	(١) M 11 اتيونس
٢٥٢ ١١ +	٢٩ ٢٢ ٢١	(٢) M 1٥ القوس
٢٤٠ ١ -	٤٢ ٢٦ ٢١	(٣) M ٢ الدلو



شكل ١٥٦ في الميزان



شكل ١٥٥ بقرب ٥ قطريوس



شكل ١٥٨ في الجدي



شكل ١٥٧ في الجاني

(٢٦٢) اما القسم الثالث اي السدام فلا تقل الى نجوم بواسطة اقوى النظارات  
 (١) النوع الاول منها سدام حلقة منها السديم الحلقي في صورة الشياق وهو M ٥٧ ص م  
 ١٨ ٤٨ ٢١ ميل + ٢٢ ٥١ على نصف البعد بين  $\beta$  و  $\gamma$  هو بالحقيقة هليجي  
 الشكل ونسبة قطره الى مسطوي ٤:٥٥ والنسبة الوسطى مثل كريشة مشددة على اطارة. زعم اللورد

رُصَّ أن نظارته الكثيرة ارتفعت فبها صغاراً ولكن السبكوسكوب قد أوضح كونه غازاً عجمياً الى درجة الانارة



شكل ١٦٠ في النجمة

شكل ١٥٩ في الجوزاء

ومن هذا النوع	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠
(١) H ٤٢٩٠ المغرب	٢٣ ١٣ ٦٧	٢٠ ٨ ٢٨ -
(٢) IV ١١ المغرب	٢٦ ١٠ ١٧	٢٨ ٥ ٢٢ -
(٣) IV ١٣ الدجاجة	١٠ ١١ ٢٠	١٠ ٥ ٢٠ +

(٢) النوع الثاني سنام هليجيه الشكل منها السديم في نطاق المرأة المسلسلة ٤ طولاً و ٢ عرضاً ص م ٢٢ ٢٥ ميل ٢٢ ٥ ٤٠ +. السبكوسكوب يرى له طبقاً كاملاً إلا من الطرف الآخر ذلك دليل على أنه ليس غازاً ولكنه لم يحل قسم منه الى نجوم باقوى النظارات

ومن هذا النوع	ص م	ميل
(١) H ٤٢٩٥ الرامي	٢٣ ١٣ ٦٨	٢٠ ٨ ٢٨ -
(٢) H ٢١٦٥ شعر برنكي	١٢ ٢٥ ٥١	٢٢ ٢٢ +
(٣) M ٦٥ الاسد	١١ ١٢ ٨	٢٢ ٢٢ +
(٤) H ٤٠٥٨ الثنين	١٥ ٢ ٥٢	٢٢ ٢٢ +
(٥) H ٤٤١٩ الثنين	١٨ ٢٥ ٧	٢٢ ٢٢ +
(٦) I ١ قطوس	٠ ٤١ ٨	٢٢ ٢٢ -
(٧) H ٢٧٠٦ قطوروس	١٣ ٤٩ ٥٨	٢٢ ٢٢ -

النوع الثالث سنام حلزونية اشهرها M ٥١ السلاطين في ص م ٢٢ ٢٤ ٢٠ وميل ٢٢ ٢٤ ٢٠ وعلى ٢ الى الجنوب الغربي من الناقدي في طرف ذنب الدب الأكبر. في النظارات الاعيادية يرى كروية تحيط حلته وفي نظارة لورد رُصَّ يرى حلزون من مادة سحابة

مثل بعض النجوم في تيار من الريح طيفة ليس بطيف غاز

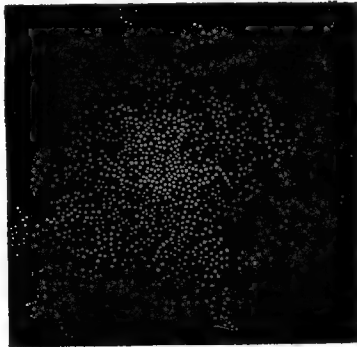
ميل ١٨٧٠	ص م ١٨٧٠	ومن هذا النوع
٥٢٢ ٢٩+	٣٠ ٣٦ ٦	M ٢٣ (١) المموتين
٤١ ٢٢+	٤٩ ٣٤ ٩	I ٥٧ (٢) الأسد
٨٠ ١٥+	١٢ ١٢ ١٢	M ٩٩ (٣) السنبلة
٣٧٠ ١١+	٣٦ ٥٨ ٢٣	I ٥٥ (٤) الفرس



شكل ١٦١ في الدلو

(٤) النوع الرابع سلم سيارية . هذه التسمية من سر وليم هرشل لان السدم من هذا النوع يشبه سياراً من السيارات الكبار اي له قرص مادة سماوية مستدير او هلجني ظاهر الحدود تارة وحدوده غير واضحة اخرى غير انه ليس لما نواه ظاهرة ومن هذا النوع M ٦٧ الدب الأكبر ص م ١١ ٧٣٩ ميل + ٤٣٢ ٥٥ على ٢ من ١٥ الى الجنوب الشرقي

قطر ٤٠ ٣ " فاذا كان على بعد ٦١ الدجاجة فقط تكون مساحته سبعة امثال مساحة ملك نعنون وطيفة غازي



شكل ١٦٢ في الدلو بنظارة لورد رص



وهو ١ الى الشمال الغربي من ٤ على طرف القرن الجنوبي سمي السرطاني بسبب الزوائد المادة منه زعموا انها تشبه ارجل السرطان والحال ان السدنم كله اشبه ببرعم الورد

(٣) السدنم الكبير في نصاب سيف البحار حول ٥ منه ماد على ١ ميل و ٤ ص م ومن ٤٢ M البحار ص م ٥ ٢٨ ٥٣ ميل ٥ ٢٨ ٦ ٥٠ في وسط اربعة نجوم على شكل مستطيل افئذها ٦ و ٧ و ٨ و ٩ (انظر شكل ١٤٩) وبظارة جيدة يرى نجم خامس زعموا انه على زيادة في نور و سادس اصغر منه وقد شاهد البعض فيه نجوماً آخر من القدر ١١ و ١٠ و ١٢ وهذا السدنم هيدروجين حار الى درجة الانارة

(٤) ٣٠ دورادوس ص م ٥ ٢٩ ٢٦ ميل - ١ ٠ ٦٩ لا يرى في عرض شالي فوق ٢٠

(٥) النينة ص م ٥ ٦٠ ٤٠ ميل - ٥ ٩ ٥٨ لا يرى في عرض شالي فوق ٣٠

(٦) \* الصليب ص م ٥ ٦٢ ٤٥ ٥٧ ميل - ٥ ٩ ٢٨ ٦

(٧) ٥ قطوروس " ٥ ٩ ١٨ ١٢ " - ٤ ٦ ٢٨ ٠ (شكل ١٥٥)

(٨) ٤١ M ١٧ الرامي ٢٨ ٥٤ ١٧ - ٢ ٢٣ ٢٠

(٩) ٨ M الرامي ٥٤ ٥٥ ١٨ - ٢ ٢٤ ٢١ ٥

(١٠) ١٧ M ترس سويسكي ٨ ١٢ ١٨ - ١ ٦ ١٢ ٤

(١١) ٢٧ M الثعلب ٥٥ ٥٣ ١٩ + ٢ ٢٢ ٢١ ٦

(١٢) ٤٦١٨ H الدجاجة ٤٤ ٥١ ٢٠ + ٢ ٢٩ ٤٢ ٩

اما (١٠) فعلى هيئة وز عراقي له نجم في عينه ونجمان عند متصل العين بالجذع  
اما (١١) فعريب الشكل مثل ساعة رملية في نظارة اعتيادية اما في نظارة لورد رُص  
فعلى هيئة فأوس متصلين بقناويها

اما (١٢) فمساحة ٢٠ او ٣٠ ميلاً و ١ او ٢ ص م ملائمة سدناً ونجوماً مترجة في قائمة صر يوحنا هرشل المطبوعة ١٨٦٤ متبد من سدنم وقنوتان ٥٠٧٩. اكثرها في منطقة مساحتها اقل من ١/٨ مساحة القبة الزرقاء من الدب الاكبر والاسد والزرافة والتنين والعواء وشعر برنكي والسلاطين الى السنبلة والى وسط قطوروس وفي الجهة المتقابلة اي المرة المسلسلة والفرس والحيوت الى الجنوب وتكثر حول القطب الجنوبي دون غيره وفي ذلك القسم من السماء مساحتان فيها ٤٠٠ سدنم وقنوتان وقد اشهر اللورد رُص في سنة ١٨٦١ قائمة ٩٨٩ سدناً رصدها بظارته الكبيرة (٢٦٤) سدنم متفرقة. في ١١ ث سنة ١٨٥٢ اكتشف المعلم هيند سدناً صغيراً قطره نحو

١ في ص م  $٤٧^{\circ} ١٣' ٤''$  وميل  $+ ١١^{\circ} ٢١'$  على  $\frac{1}{2}$  عن  $\theta$  الثور ومن ١٨٥٢ الى ١٨٥٦  
كان من جانب النحال الفرقي نجم من القدر العاشر وهو الآن من القدر الثامن عشر. وفي ٢ ث  
سنة ١٨٦١ وجد دارست من كوينكافن ان السديم قد زال واخذ لاقر بهن وغيره من علماء الهيئة  
بنفسهون عليه باقوى الظارات فلم يجدوه. وفي ٢٩ ك ظهر بالظارة الكبيرة في بلكوفا وفي ٢٢  
اذا رسة ١٨٦٢ كان اوضح ثم عند طلوع في ١٢ ك سنة ١٨٦٢ لم ير

كذلك القنوا المعروف M ٨٠ بقرب R و S من المغرب على منتصف البعدين  $\alpha$  و  $\beta$  بين  
١٠ ايارو ١٠ حزيران سنة ١٨٦٠ تغير الى هيئة نجم من القدر السابع ثم عاد الى هيئته الاولى  
في ١١ ايلول ١٨٥٩ كشف المعلم ثل سدياً في صورة التين ص م  $١٨^{\circ} ٢٣' ١١''$  ميل  
 $+ ٧٤^{\circ} ٥' ٢٠''$  نوره واوضح حتى لا يتصور كيف لم يره مرشل ان كان على ذلك القدر في ايامه وفي  
١٩ ث ١٨٥٩ كشف ثل سدياً في صورة الثور وفي ١٨٦٠ لم ير الا بصعوبة  
لا سبيل للتعليل هن هذه الرؤى. ربما يكون من الاعداد والاقتراب وربما من توسط جرم  
مظلم بينا وبين الاشباح المشار اليها وربما من علة اخرى مجهولة

## الفصل الخامس

### في المجرة والراي السدي

(٢٦٥) المجرة سديم كبير او قنوم القسم الثاني شمسا ونظامها منه وفيه فن موقع الارض  
في هذا القنود ورايها على محورها تدور بالجرة على هيئة منطقة نيرة اقسامها مختلفة الانارة من ذات  
الكرسي شمالاً الى جنوبي قنطوروس جنوباً مائلة على خط الاستواقي نحو  $٦٣^{\circ}$  وقطعة في ص م  
 $٤٧^{\circ} ١٢' ٤٧''$  وقطبة الثاني في ص م  $٤٧^{\circ} ١٢'$  ميل  $+ ٢٧^{\circ}$  والجنوبي في ص م  $٤٧^{\circ} ١٢'$   
ميل  $- ٢٧^{\circ}$  فان شهماها على طريق الصعود المستقيم مبتدئاً من ذات الكرسي على نحو ٢ الى  
شال  $\theta$  اي في نحو  $٦٣^{\circ}$  ميلاً فتمريين  $\gamma$  و  $\delta$  ذات الكرسي وترسل فرعاً نحو  $\epsilon$  فرساوس ثم  
نحو  $\epsilon$  منه وتمر على  $\epsilon$  و  $\gamma$  من صاحب المنز المعروفة بالجنداء وتمر على ارجل الجوزاء وطرفي قرني  
الثور حيث تقطع دائرة البروج بقرب المنار الصبي ثم على دبوس الجبار وبين الجبار والشعري  
الشامية ومن ثم تزيد نوراً وتمر على شرقي الشعري اليابانية على السفينة تحت ارجل قنطوروس الى

٢٣ - ميلاً حيث تسع عرضاً حتى يبلغ عرضها نحو ٢٠ ومن ثم تبعه الى الشمال الشرقي مارة على ذنب العقرب وساق الحمار وترس سويسكي والنسر الطائر والعلب والدجاجة ورأس قيناوس الى حيث ابدانا

(٢٦٦) ان العقل البشري يذهل من كثرة النجوم في المجرة ويعين على تصور ذلك بعض التصور ما افاد به سرولم هرشل قال مر على نظارته ١٦٠٠٠ نجم في ربع ساعة وفي ٢٢ آب ١٧٩٢ مر عليها ٢٥٨٠٠٠ في ٤١ دقيقة فحسب ان النجوم الظاهرة بواسطة نظارة مكبرة قطر مرآتها ١٨ قوياً طاً بلغ ٥٢٥٠٠٠ ونف وقد حسب ستروف انه يرى ٢٠٥٠٠٠٠٠٠ بواسطة نظارة هرشل الكبيرة

(٢٦٧) راي هرشل من جهة المجرة انها طويلة قليلة العمق بالنسبة الى طولها وان موقع الشمس يقرب منتصفها عند تقريبا فرعين (شكل ١٦٢) فاذا نظرنا عند ش الى جهة ي او ا يقل عدد النجوم التي يرآها وان نظرا الى ب او س او د يكثر عددها. حسب هرشل ان عمقا نحو ٨٠ مرة بعد النجوم من القدر الأول



شكل ١٦٣

وبعض السمام البعيدة التي ترى بصعوبة بواسطة اقوى النظارات مثل ٧٥ M على ٧٠٠ مرة بعد النجوم من القدر الأول حتى يقتضي للنور ٧٠٠٠٠٠ سنة للوصول منها الى الارض واعد من ذلك ايضا نظامات أخرى الى ما لا نهاية

### في الرأي السدي

(٢٦٨) ان الاجسام الآلية الارضية لا يخلتها الخالق سبحانه وتعالى تامة دفعة واحدة بل جعلها ان تنمو من مبادي صفري تحت قواعد وقوانين ثابتة حتى تبلغ كمالها بالمرور على درجات كثيرة كل تالية اعلى واكمل من التي سبقتها وغيرها الآلية ايضا تحت هذا القانون فالانس التي يتغذى منها النبات لم تخلق على ما في بل في من قبل تحت التطور ومنها على نمادي الادوار بالنور والحرارة والماء والكهرباء الخ ومن هذا القياس يستنتج انه سبحانه سلك هذا المسلك نفسه في خلقه العوالم



وان الشمس والسيارات واقارها بالفت خالها الحاضرة بعد المرور على درجات كثيرة من النظام في ادوار كثيرة ومن الخفائى الظاهر في النظام الشمسي التي يبقى عليها الراي الذي نحن في صدده (١) ان الشمس والسيارات والاقار حسبما يُعرف عنها كلها تدور على محورها الى جهة واحدة تقريباً اي من الغرب الى الشرق وكذلك السيارات تدور حول الشمس والاقار تدور حول السيارات من الغرب الى الشرق وما يستثنى من ذلك قليل لا يعدو او يعل عنه

(٢) الشمس المحاطة اكثر مادة النظام كوكرة في حالة الحمو الزائد وداخل الارض كان في تلك الحالة نفسها ولم تنزل اقسام من داخلها على ذلك كما يتفص من البراكين على سطحها والقركان كذلك كما يتفص من كثرة كؤوس البراكين المنطقة على سطحها الراي السدي المبني على هذه المبادي هو ان المساحة التي يشغلها النظام الشمسي الآن كانت الى ابعد من نبوت كثيراً ملائمة مادة سديمية سحابة او حالية في حالة الحمو الزائد وعلى غاية اللطافة تجملت كل تلك المادة ان تدور على محورها الى الجهة التي لحيها الآن من الغرب الى الشرق

فبناء على قواعد الميولي المعروفة كانت تحصل في هذه الادوار المتتابعة تغيرات على السق الآتي ذكره

باجازية نحو المركز والقوة النافعة عن المركز تحول المادة كلها الى هيئة شبه كرة (٨ و ١١) تشع الحرارة في انحلاء قمرها المتناهي المحيط بالمادة المشار اليها فتتقلص وبهذا التقلص تجثت الدوران على سرعة مفرضة عند المحيط دورانياً اسرع ثم اسرع تنتهي الى الموازنة بين القوة النافعة عن المركز والقوة الجاذبة نحو المركز وعند حصول هذه الموازنة تصير الاقسام الاستوائية تدور مستقلة عن الاقسام الداخلية التي تدور تنقلص اكثر فأكثر حتى تنفصل عن الاقسام المشار اليها وتتركها حلقة سديمية تدور دورانياً مستقلة

ثم تنقلص الاقسام الداخلية ايضاً حتى تنفصل حلقة اخرى ثم تالفة ولم تجرأ حتى تنفصل عدة حلقات متراكمة الى ان تبقى كتلة مركزية في شمس النظام

اما الحلقات فلا تزال تبرد وتقلص فان كانت مادتها على التساوي تماماً في كل اقسامها تدور على تلك الهيئة وان زادت في قسم من اقسامها فالكل يجذب نحو ذلك القسم الاقل حتى تصير شبه كرة يدور على محورها مرة ويدور حول الكتلة الاصلية مرة في مرة واحدة وهكذا تكون السيارات النافرة حول الشمس

السيارات شبه الكرة لا يزال يبرد وتقلص فيسرع بذلك دورانه على محورها حتى تنفصل عنه حلقة كما انفصلت عن الكتلة الاصلية ولعل هذا الميل يكرر وتلك الحلقات تجذب مادتها الى الجزء الاقل منها

فتكون أقمار. ان كانت اجزاء الحلقة على موازنة تامة تبقى حلقة عوضاً عن التجميع الى هيئة شبه كرة كما ترى في حلقات زحل  
اذا انفصلت عن الكتلة الاصلية عدة حلقات دقيقة عوضاً عن حلقة واحدة غليظة فتكون بذلك القهيات

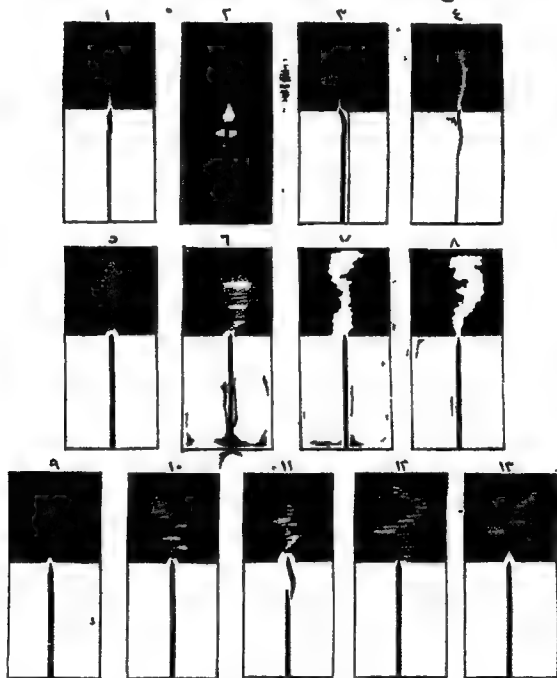
مضى بردت السيارات وإقارها تصير اجساماً مظلمة وتتحول من الحالة الغازية الى السبولة ثم المجمودة وقد يكون خارجها جامداً ويبنى داخلها او بعض داخلها سبالاً كثيفاً تحت الضغط الشديد من ثقل الاجزاء السطحية طوي  
كون افلاك هذه الاجرام ليست في سطح واحد يمال عنه باضطراب حركة حاصل من جاذبية جرم على جرم في مدة الادوار منذ انفصالها عن الكتلة الاولى  
وقد يجهل ان كل نجم ثابت انما هو كتلة مركزية حاصلة من قبل الانفصال السابق ذكرها والنجوم المزدوجة والحلقة والمتعددة حاصلة من انفصال الكتلة اجزاء قبل ما بردت وتقلصت الى درجة انفصال الحلقات عنها او كانت الكتلة متطاولة بيضبة الشكل وانفصل عنها قسم كبير صار بالحال سياراً يعدل القسم المركزي تقريباً  
المدام المتقطعة الهيئة التي لا تحمل الى نجوم مفردة ربما تكون على الحالة التي كانت عليها كتلة النظام الشمسي قبل ما اخذت الحلقات السيارة تنفصل عنها

## الفصل السادس

### البيكتروسكوب وعلم الهيئة

(٢٦٩) البيكتروسكوب المستعمل في علم الهيئة يتفصي وصلة بالنظارة الاستوائية عوضاً عن القطعة العينية ويكون شفة في محرق عدسة النجم تماماً وعند ذلك يستعمل لاجل معرفة المواد في الاجرام السماوية بمقابلة الخطوط الظاهرة في الطيف بالخطوط المكونة من اشتعال مواد ارضية وقد سبقت الاشارة الى ذلك (صفحة ٨٧ و ٨٨) فلجل رؤية الثورات المشار اليها (صفحة ١٥٢) يتفصي تحكيم شق البيكتروسكوب بحيث يركب نحو نصفه على حافة الشمس قطرياً والنصف الآخر يكون على الكروموسفيراي الكبرة الملوثة او الغازية (صفحة ٨٧ و ١٥٢) فتتري الثورات على هيئةات مختلفة بواسطة خط من خطوط الهيدروجون اي « H في الاجرام الذي يوافق الخط C من خطوط

فراونهوفر (انظر شكل ٥٥) أو  $H\beta$  بين الاخضر والازرق الذي يوافق الخط  $F$  وتُرى ايضاً فيها  $H\gamma$  في الازرق وخط غير معروف  $D_1$  وهو ما يلي  $D_2$  من خطي الصوديوم في الاصفر وقد تُرى ايضاً بوضع الشق مائلاً لحافة الشمس



شكل ١٦٤ تنبؤات على ميقات عملة

(٢٧٠) اذا اشتعلت مادة تحت الضغط ولاسيما الهيدروجين ثم نُظِرَ الى خطوطها بالسكتروسكوب تُرى تلك الخطوط اعرض ما هي ان لم تُضَغط المادة كما في الخط  $H\beta$ . ومن ظهور خطوط عريضة كالشار لها (شكل ١٦٥) في الكُفِّ تُنفق هجوم الفارات وجميعها بكثرة في

تلك الأماكن من كرة الشمس وكذلك في بعض النعرات فذاك دليل على عواصف وصعود غازات وهو عليها بمرعة ويعرف أيضاً بالميكتروسكوب هل في صاعدة أو نازلة فان رصد الناظر حافة



الشمس يظهر ذلك بحركة اللمب ولكن اذا رُصد الوسط كرتها فاللمب اذا صعد او هبط يبقى على استقامة واحدة نظراً الى الراصد فلا يظهر المبوط ولا الصعود ولكنه يُعرف بالمسكتروسكوب على الكينة الآتية

(٢٧١) اذا كانت قافلة مثبلة من بعيد تُسمع صوت اجراسها يعلو نغمة كلما قربت وبالعكس اذا كانت ذاهبة عن السامع يُعرف من تغير نغمة الصوت هل في مقبلة او ذاهبة وذلك لانه اذا اتبعت تقصر امواج الصوت فتعلو النغمة واذا اديرت تطول الامواج فتتوطأ النغمة

وعلى هذا التماس نفسة موجات المادة المحاصل منها الدور فتتوجعات الاحمر اطول من موجات البنفسجي وموجات من جسم اقرب اقصر من موجات جسم ابعد وكلما طال التوجع قرب الى الاحمر وكلما قصر قرب الى البنفسجي من الطيف الشمسي فهاك طول التوجعات في الطيف الشمسي حسب قياس انكسارهم في كسر من ملينتر

ملينتر	$h_1$	٠.٠٠٠٥١٨٣٠
ملينتر	$A$	٠.٠٠٠٧٦٠٠٩
"	$a$	٠.٠٠٠٧١٨٥٠
"	$B$	٠.٠٠٠٦٨٦٨
"	$b_1$	٠.٠٠٠٥١٦٦٧
"	$C$	٠.٠٠٠٦٥٦١٨
"	$F$	٠.٠٠٠٤٨٦٠٦
"	$D$	٠.٠٠٠٥٨٦٥٠
"	$G$	٠.٠٠٠٤٣٠٧٠
"	$D$	٠.٠٠٠٥٨٨٩٠
"	$h$	٠.٠٠٠٤١٠١٢
"	$H$	٠.٠٠٠٣٩٦٨٠
"	$E$	٠.٠٠٠٥٣٦٨٩
"	$H$	٠.٠٠٠٣٩٢٣٨

فاذا كان الجسم البير ذاهب عن الناظر تقل حدة الامواج الداخلة العين في مدة مفروضة فيعرف الخط المعلوم من موضعه نحو الاحمر وبالعكس اذا كان مثبلاً اي يخرق الخط نحو البنفسجي فعند النظر الى خط من خطوط المبدروجين في كتلة شمسية اذا انصرف نحو الاحمر يكون اللمب ما بظاً واذا انصرف نحو البنفسجي يكون صاعداً عن سطح الشمس حدة التوجعات في النور الاحمر ٤٨٠ الف الف الف في الثانية وفي البنفسجي ٨٠٠ الف

الف الف في الثانية وموج الخط HB المتوافق F ٤٨٥ ألف ألف ألف الف في الثانية اسب  
 طول الموجة ٠.٠٠٠٤٨٥٠٥ من المليمتر ونقاس الخرافة وإن كان ..... من المليمتر فقط  
 فإن كان الغاز البير ذاهبا قل هذه القوجات في الثانية وتطول الامواج فيخرف الخط فهو الاحمر  
 وإن كان مقلأ من هذه القوجات وتقصر الامواج فيخرف الخط فهو البنفسجي  
 اذا تعرض خط من الخطوط فاختر الى المجهرين فذلك من ضغط المادة البيرة

## طيف القمر والسيارات

(٢٧٢) نور السيارات وإقارها مستمد من الشمس فطوبها لا تفرق عن الطيف الشمسي



شكل ١٢٢

شكل طيف اوزانوس

الآما يحدث من انكاس النور عن سطوحها ومرور النور بكرامها  
 الهوائية . اما طيف القمر فلا فرق بينه وبين طيف الشمس مطلقا  
 الآ من جهة شدة النور ولا يرى فيه خطوط امتصاص كما يرى من  
 مرور نور الشمس في كرة الارض الهوائية الكثيرة البخار المائي وذلك  
 يؤيد ما قبل انفا ( غ٢٢ ) من جهة طول القمر من وراء ومن  
 بخار الماء

اما الزهرة والمريخ والمشتري فيها فضلاء عن خطوط غرايم وفير  
 الظاهرة في الطيف الشمسي خطوط سميت خطوط ارضية لكونها  
 حاصلة من مرور النور في كرة هوائية كثيرة البخار كما في الارض  
 فبرائة قد ذكر الدكتور هجنس في طيف المشتري خطا في الاحمر  
 غير موجود بين الخطوط الارضية اما طيف زحل فقل طيف  
 المشتري الآ انه اقل وضوحا وخطوط الامتصاص في طيف الخلفات  
 اقل وضوحا من تلك الخطوط في طيف السيارات ومن رصد  
 سكي وجانسن ترجح وجود البخار المائي في المشتري وزحل كليهما  
 اما اوزانوس فطيفه خصوصي ( انظر شكل ١٦٦ ) فهو سيران  
 عريضان واحد في الاخضر المزرق والآخر في الاخضر ثم  
 يذول كل الاضمر وبعض الاحمر والالوان مقطوعة من طرفي الاحمر  
 والبنفسجي والطيف متصل من G الى G فخال مادة هذا الميار لم  
 يزل مشكلة مجهولة تحت النقص

اما طيف نبتون فحسب سكي هو شبه بطيف اوزانوس فهو ثلاثة خطوط اصلية الاول والاضف

بين الاخضر والاصفر على قرب المنتصف بين D و B وبين هذا والاحمر سير واضح ينتهي الطيف بـ  
والاحمر منقطع تماماً وخط انتصامي عند D وخط آخر في الازرق اقل وضوحاً من سابقهما

## طيف النجوم الثوابت

(٢٧٣) اذا توجهت النظارة والميكروسكوب نحو النجم الثوابت برّس في طيفها بعض  
الخطوط الموافقة لخطوط فرايموفر في الطيف الشمسي ومن رصد نجس ويالر الدبران وابط الجوزاء  
(ع الجبار) والشمري البانية ظهرت في تلك الثوابت عنة من المواد الارضية المعروفة وخطوط كثيرة



لاتوافق خطوط

مادة ارضية

معروفة . وقد

تحقق فيها وجود

شكل ١٦٧ طيف الشمري البانية

الصوديوم والنتسيوم وتحقق وجود الهيدروجين في الدبران وليس في ابط الجوزاء ووجد أيضاً  
بزموت والظلمون والتوريم وديني وكسيوم وحديد وقد تحقّق من رصد جانسن وجود كرة بخارية  
في قلب العنبر ومن رصد نجس وانغراف خطوط معروفة نحو الاحمر والبنفسجي قد ظهر ان  
بعض الثوابت متبلة نحو الارض او الارض نحوها والبعض ذامبة عن الارض او الارض ذامبة عنها  
او بالاحرى هي مقبلة او مديرة بالنسبة الى شمسنا ونظاها وما قائمة النوعين مع حركتها اما لآفي الثانية

(١) نجم مديرة عن الشمس

اسم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
الشمري البانية	٥	بين ٢٦ و ٣٦	١٠ الى ١٤	بين ١٨ و ٢٢
ابط الجوزاء	ص	٣٧	١٥ -	٢٢
رجل الجبار	٥	٣٠	١٥ -	١٥
كستور	٥	بين ٤٠ و ٤٥	١٧ -	بين ٢٢ و ٢٨
قلب الاسد *	٥	" ٢٥ و ٣٠	١٨ -	" ١٢ و ١٧
ب الدب الأكبر	}	٣٠	٩ - ١٤	١٧ و ٢١
" " γ				
" " δ				
" " ε				
" " ζ				

اسم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة عن الشمس
β الأسد	•			
δ الأسد	•			
η الدب الأكبر	•			
الساك الاعزل	•			
α الأكليل الشمالي	•			
الشعري الشامية	•			
العنق	•			
الدبران ?	مع			
γ ذات الكرسي				

## نجوم مقابلة نحو الشمس

نجم	خط المقابلة	حركة ظاهرة	حركة الارض	حركة نحو الشمس
الساك الرابع	مع	•	• +	••
النسر الواقع	•	بين ٤٠ و ٥٠	• + ٢٩	بين ٤٤ و ٥٤
• الدجاجة	•	٣٠	• + ٩	٢٩
بلوكس	مع	٢٢	• + ١٧	٤٩
α الدب الأكبر	مع	بين ٢٥ و ٤٠	• + ١١	بين ٤٦ و ٦٠
γ الأسد	مع			
• القواء	مع			
γ الدجاجة	•			
• الفرس	•			
γ الفرس ?	•			
α المرأة المسلسلة	•			

من رصد تجسس وميرقد تحقق انحراف الخط  $H\beta$  نحو الأحمر  $\frac{1}{2}$  البعد بين  $D_1$  و  $D_2$  والفرق بين موج  $D_1$  و  $D_2$  هو  $\frac{4.36}{1.000000}$  من المليمتر فانحراف الخط  $H\beta$  في الشعري يوافق زيادة طول الموج =  $1.01 \times 10^{-6}$  أو  $\frac{4.15}{1.000000}$  من المليمتر فاذا كانت سرعة النور ١٨٥٠٠٠ ميل كل ثانية وطول الموج عند  $F = \frac{4.8750}{1.000000}$  من المليمتر فانحراف الخط المشار اليه في الشعري =

$\frac{1800 \times 0.1}{4160} = 0.041$  ميلًا كل ثانية وكانت الأرض وقت الرصد ذاهبة عن الشعري ١٢ ميلًا كل ثانية فتبقى للشعري حركة عن الأرض نحو  $0.041$  هذا حسب رصد واحد وحسب رصد آخر كما في القائمة المذكورة آنفاً

(٢٧٤) من رصد القزم المردوجة المختلفة اللون قد ظهر ان اختلاف اللون حاصل من اختلاف المواد المشتعلة فيها فاذا قابلنا بين طيف  $\alpha$  الجاني (شكل ١٦٨) وطيف  $\beta$  الدجاجة وطيف الشعري الجانية يظهر اختلاف خطوطها وبالتحديد اختلاف موادها

شكل ١٦٨ طيف  $\alpha$  الجاني

(٢٧٥) اما السنام فقد رُصد كثير منها بالميكتروسكوب فتفقد كون بعضها هيدروجيناً حاراً الى درجة الانارة وقد تأيد بذلك رأي لابلاس المدي المذكور آنفاً (صفحة ٢٤٩) فاذا كان الطيف الحاصل من الجسم النير متصلاً فيوكل الالوان اى شعاع على كل درجة من قابلية الانكسار تقطعها خطوط سود فالمادة النيرة جامد او سائل حار الى درجة الانارة خلاف الطيف الحاصل من غاز نير فانه مؤلف من بعض المخطوط النيرة فقط . مثالة (شكل ١٦٩)



شكل ١٦٩

المخط ١ في طيف سديم يوافق خط الهروجين من الطيف الشمسي والمخط ٢ يوافق  $H\beta$  او  $F$  من خطوط فراونهوفر والمخط ٣ لا يوافق مادة ارضية معروفة ولكنه قريب الى خط من خطوط

الباريوم

اما السنام الصارية فترى فيها بالكد

طيف متصل وذلك دليل على كونها ذات نواة جامدة او سائلة او مؤلفة من قطع مادة صفار متفاربة نحو المركز فقد قسم هيجس السنام الى نوعين

(١) سنام في طيفها خط فاكثر من المخطوط الالامعة

(٢) سنام طيفها بالظاهر متصل بدون خطوط

فن النوع الاول هنا وفي منقح حسب قائمة سريوحنا هرشل



٢٢٤٣	٤٥٧٣	٤٩٦٤	٤٣٧٣
	٤٤٩٩	٤٥٣٣	٤٣٣٠
	٤٨٣٧	١١٨٩	٤٥١٤
	٤٦٣٧	٢١٠٢	٤٥١٠
	٣٨٥	٤٢١٤	٤٦٣٨
	٣٨٦	٤٤٠٣	٤٤٤٧

ومن النجوم الثوابت

٤٦٣٥	٤٢٥٦	٢٨٤١	٤٦٧٨	٤٢٩٤
٤٦٠	٤٣١٥	٣٤٧٤	١٠٥	٤٢٤٤
٤٧٦٠	٤٣٥٧	٣٦٣٦	٣٠٧	١١٦
٤٨١٥	٤٤٣٧	٤٠٥٨	٥٧٥	١١٧
٤٨٣١	٤٤٤١	٤١٥٩	١٩٤٩	٤٢٨
٤٨٧٩	٤٤٧٣	٤٣٣٠	١٩٥٠	٨٢٦
٤٨٨٣	٤٨٨٥	٤٢٣٨	٣٥٧٣	٤٦٧٠
	٤٥٢٦	٤٢٣٤		

السدنم ٤٩٦٤ في طيفواربعة خطوط نيرة اثنان منها لميدروجين وواحد لنيروجين  
السدنم المحلي في الشلياق ٤٤٤٧ في طيفو خط واحد لامع وهو لنيروجين  
السدنم الكبير في الجبار ١٨٩ في طيفو ثلاثة خطوط نيرة الواحد لنيروجين وآخر لميدروجين  
وقد حكم بعضهم عن خط رابع لميدروجين  
(٣٧٦) اما ذوات الازناب فقلما ظهر منها ما يمكن تحصى بالسكندر وسكوب منذ اكتشاف  
هذه الطريقة غير ان العلامة دوناتي في فيورنسا فحص المذنب الاول لسنة ١٨٦٤ فوجد طيفه  
ثلاثة خطوط نيرة

وقد فحص سكي وهجنس مذنب تمبل ١٨٦٦ ك<sup>٢</sup> فكان طيفه متصلاً ضعيفاً رأى سكي فيه ثلاثة  
خطوط نيرة ورأى هجنس خطاً واحداً فقط على منتصف البعد بين B و F ولم يوافق احدها خطوط  
السدنم في الجبار وفي سنة ١٨٦٦ و ١٨٦٧ فحص هجنس مذنين صغيرين فكان نورهما مثل نور  
مذنب تمبل اي بعضه ذاتي وبعضه منعكس وقد ظهر في بعضها خطوط الكريون . جملة ما علم هناك  
الواسطة ان نيرة المذنب بعض نوره ذاتي حاصل من مواد صغار غمر متلاصقة وبعضه منعكس

اما ذنبه وشعره فتدورها منعكس وكل ما قرب الى الشمس فتحول تلك الدقائق الصغار الى بخار  
اما النهارك والشهب فتد تحقق كونها مواد جامدة في حالة الاشتعال

## مضافات

### في الساعات والايام والاسابيع والشهور والسنة الخ

(٢٧٧) الساعات . اليوم مقسوم الى ٢٤ ساعة والساعة ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية ولا  
سييل الى معرفة اصل هذا الاقسام من تلقاء قدمو غيران بعض الشعوب عدوا الساعات من ١  
الى ٢٤ واخرون من ١ الى ١٢ مرتين اما ابتداء اليوم فعند اليهود واهل الصين والاثنيوبين القدماء  
والشرقيين عموماً واهل ايطاليا فن غياپ الشمس ولا سييل لضبط الساعات على هذا الحساب كما  
تقدم (ع<sup>٥</sup> الخ) اما اهل بابل واشور والفرس واليونان واهل الجزائر البهارية فن الشروق  
اما مبرخوس (ق م ١٥٠) فشرع بحسب اول اليوم من نصف الليل وقسمه الى قسمين كل  
قسم ١٢ ساعة وهذا الحساب سلك عليه كوبرنيكوس وهو المعتمد عليه في كل اقسام العالم المتجدنة  
غيرانه يقتضي تعين الساعة هل هي بين نصف الليل والظهر (ق ظ) او بين الظهر ونصف الليل  
(ب ظ) والمصريون حسبوا اول يومهم عند مرور الشمس بالهاجرة وتبعهم في ذلك بطليموس وكل  
علماء الهيئة في كل عصر فاليوم المدني يسبق اليوم الفلكي ١٢ ساعة كما تقدم (صيفة ٢٧) وعلى كل  
حال اليوم هو قاعدة حساب الوقت وسائر اقسام الوقت هي اما كمر يوم او عد يوم واذ ذاك  
فهتضي ان يكون ثابتاً لا يتغير وان تمكن من الضبط عليه

(٢٧٨) الاسبوع . لا يعرف اصل انقسام الوقت الى اسابيع من تلقاء قدمو غيرانه أشهر  
الي في اول سفر التكوين تذكر ان اهل الخلقية وهو عد قريب للايام في سنة شمسية اي ٣٦٥ لان  
 $٥٢ \times ٧ = ٣٦٤$  وهو ريع الشهر القمري

ذكر القنصل الروماني ديين كاسيوس (ب م ٢٢٦) ان المصريين القدماء اعتمدوا على  
الاسبوع ومنهم من قل الى اليونان وغيرهم بانهم سمو الايام السبعة على اسماء السيارات (١) رُحَل (٢) المشتري  
(٣) المريخ (٤) الشمس (٥) الزهرة (٦) عطارد (٧) القمر وكل ساعة من الاربعة والعشرين  
لواحد من السيارات مبتدأاً برُحَل فاقسم اليوم الى سبعمائة ولكن ٢٤ لان فيها ٧ فاذا ابتدئ

بِرَّحَل ٧ ثم المشتري ١٤ ثم المريخ ٢١ ثم الشمس ٢ من اليوم التالي ثم الزهرة ١٠ ثم عطارد ١٧ ثم القمر ٢٤ فتخص الساعة الاولى من كل يوم لكل واحد من السيارات على هذا الترتيب  
(١) زحل (٢) الشمس (٣) القمر (٤) المريخ (٥) عطارد  
(٦) المشتري (٧) الزهرة

وهذا الترتيب حفظه الرومانيون فسموا ايام الاسبوع

(١) يوم زحل	(السبت)	(٥) يوم عطارد	(الاربعاء)
(٢) " الشمس	(الاحد)	(٦) " المشتري	(الخميس)
(٣) " القمر	(الاثنين)	(٧) " الزهرة	(الجمعة)
(٤) " المريخ	(الثلاثاء)		

ومن هذه التسمية تسمية ايام الاسبوع في كل اللغات الاوروبية

(٢٧٩) الشهور. عند الشعوب غير المتقدمة الاعتقاد على الشهر القمري ولا يعرفون آخر وعند تقدم شعب في الهدن لابد من الاعتقاد على شهر غير القمر لاجل عدم موافقة الشهر القمري السنة الشمسية والشهر القانوني اما ٢١ يوماً واما ٣٠ يوماً واما ٢٨ يوماً فمهر شباط له ٢٨ يوماً في السنين الاعتيادية و٢٩ في السنة الكبيسة والاشهر ذات ٣٠ يوماً في نيسان وحزيران وابلول وتشرين الثاني وسامرها ذات ٣١ يوماً فاذا عرفت اول يوم السنة من الاسبوع يمكنك ان تحسب اي يوم من الشهر يومك بهذه القاعدة

١ ك' من الاسبوع هو ا' ح' و'

٢ نيسان وثور

٣ ايلول وك'

٤ حزيران

٥ شباط واذار وث'

٦ آب

٧ ايار

اليوم الاخير من السنة الاعتيادية هو نفس اليوم الاول منها اما اليوم الاخير من السنة الكبيسة فاليوم الواقع بعد اليوم الاول منها والسنة الاعتيادية ٥٢ اسبوعاً ويوم واحد والكبيسة ٥٢ اسبوعاً ويومان

(٢٨٠) ان القدماء حسبوا السنة ٣٦٥ يوماً ولا يعد هذه الكمية الا ٥ او ٧٣ فيقتضي ان

تقسم السنة الى ٧٢ قسماً كل قسم ٥ ايام او الى ٥ اقسام كل قسم ٧٢ يوماً وذلك لايوافق اغراض الناس كما يتضح من عدم اصطلاحهم على هذا الاقسام منذ الابتداء الى الآن فلا بد من اقسام السنة الى اقسام متساوية مع بقية قضاة في آخرها كما فعل المصريون اي ١٢ شهراً كل شهر ٣٠ يوماً وإضافة خمسة ايام في آخر السنة وانقسام السنة الى عدة اقسام غير متساوية كما فعل اليهود قسموا السنة الى اشهر بعضها ٣٠ يوماً وبعضها ٢٩ يوماً وإضافوا ٢٩ يوماً كل سنة رابعة

وبعض شعب اليونان حسبوا الاشهر ٣٠ يوماً و ٢٩ يوماً دوليك وإضافوا ٣٠ يوماً كل سنة رابعة فاشهر ٣٠ يوماً سمي ملاناً و شهر ٢٩ سمي اجوف

(٢٨٢) اما الرومانيون قسموا السنة ١٠ اشهر لاربعة منها ٣١ يوماً ولستة منها ٣٠ يوماً والمجملة ٣٠٤ ايام واذا وجد هذا الاقسام غير حسن اضاف الملك نوما شهرين اي ك' وشباط الاول في الآخر السنة والثاني في اول السنة ولكي تطابق السنة السنة الشمسية اضاف نوما اليها ٥١ يوماً وذلك كثير لشهر واحد وقليل لشهرين فاستطع يوماً من كل شهر ذي ٣٠ يوماً وهي سنة و  $6 + 51 = 57$  فانقسم ٥٧ يوماً شهرين وترتبت على هذا النسق

ك' ٢٩ يوماً	نومز ٣١ يوماً
شباط ٢٨ "	آب ٢٩ "
اذار ٣١ "	ايلول ٢٩ "
نيسان ٣٠ "	ت' ٣١ "
ايار ٣١ "	ت' ٢٩ "
حزيران ٣٠ "	ك' ٢٩ "

٣٥٥

ولم تزل السنة قصيرة ١٠ ايام فاضاف شهراً ذا ٢٢ او ٢٣ يوماً كل سنة ثانية السنة الهجرية ١٢ شهراً تقريباً ٣٠ و ٢٩ يوماً دوليك بدون طريقة لاصلاح الخلل فهي قاصرة عن الشمسية  $\frac{1}{4}$  ٣١ يوماً

(٢٨٣) من اقدم الوسائل لاجل قياس مرور الوقت وانقسامو العلم القائم على سطح مستوي يوازي الافق فيدل على مرور الوقت بانتقال ظلوا ومن العلم تقدم الناس الى اصطناع المزاويل اي يتوجه العلم نحو قطب السماء الشمالي وعلى قول المؤرخ هيرودوط اُدخلت المزاويل الى بلاد اليونان من بلاد الكلدان ثم اخترع كنيبيوس من الاسكندرية ساعة تدل على مرور الوقت بمرور كمية من الماء في انبوبة على قطر معلوم ثم اخترعت الساعة الرملية ثم استخدم هوجنس الرصاص سنة ١٦٥٦

ومن ذلك الوقت صار طليو الاعتماد للدلالة على الوقت وإعانة للعامة يُصنع المتهاج السنوي حاي وقت الشروق والغياب للشمس والقمر وأوقات اوجه القمر ومواقع السيارات وما يفهمه ذلك من الامور المنية

المتهاج الكنائسي هو لمعين ايام الاعياد غير الناجية في بعض الكنائس فان بعض الاعياد مثل عيد ماري اندراوس وعيد الميلاد الخ تقع في يوم معين من الشهر كل سنة وبعض الاعياد مثل عيد النصح بتغير موقعة من سنة الى سنة

ان عيد النصح عند اليهود هو في الشهر الاول في ١٤ الشهر عند المسلم انظر خروج ١٨: ١٢ وشهر قمري وقد صلب المسيح على عيد النصح فصار ذلك العيد عند المسيحيين تقالاً ايضاً ثم في القرن الثاني وقعت مشاجرة من جهة وقت اقامة هذا العيد فاخذت الكنيسة الشرقية ان تقبلة في اليوم الرابع عشر من الشهر الاول اليهودي والفرعية اخذت ان يتدعى العيد في الليلة قبل صباح قبالة المخلص لانه على الاول كان العيد يقع احياناً كثيرة في غير يوم الاحد من ايام الاسبوع وبني الاختلاف الى الثام الجمع النصارى سنة ٣٢٥ م تحكم الجميع ان يقام العيد في يوم الاحد التابع البدر الواقع بعد ٢١ اذاراي الاعتدال الربيعي فان وقع البدر في اليوم الحادي والعشرين يكون البدر الثاني بدر النصح وان وقع ذلك البدر يوم الاحد يكون الاحد الثاني احد النصح

ولا يعتمد في هذا الحساب على الشمس الحقيقية ولا على القمر الحقيقي بل على الشمس الوهمية والقمر الوهمي المعروف بالقمر الكنائسي (صفحة ١٤٠) فقد يحدث ان وقوع العيد لا يوافق القاعة المذكورة مثالة ان حصل استنبال الشمس الحقيقية والقمر الحقيقي في ٢١ اذار ٥٦ واستنبال الشمس والقمر الاوسطين بعد ذلك ٢ فيا عتبار الثاني ياخر العيد ثمانية ايام ولا سيل هنا للبحث في هذا الامر الذي في الحقيقة لا طائل تحته ولا هم الاكنايسيين اورهباناً متفرغين لمنازعات

فارقة مثل هذا

## جداول مبادي السيارات

طول المهارات النسبي  $\pi$  - طول حقل الرأس  $\delta$  - طول الفتحة الصاعدة النسبي  $\rho$  - ميل فلك على دائرة البروج  $\varphi$  = مبادية  $\epsilon$  جميعها الطبعي

فهر قمرني	فهر قمرني	فهر قمرني	$\epsilon$	$\rho$	$\delta$	$\varphi$	$\pi$	$\lambda$	سم	اسم
"١٨' ١٨٢٨ +	"٧٨٣' ٢٧ -	"٦٤٣' ٥٦ +	٠.٢٠٥٤٩٢٥	٠٥٥' ٤٩' ١١"	٠.٧٠٣٨٠٥٧	٠.٧٠٣٨٠٥٧	٠.٤٣٢٠	٠.٤١٦' ١١٣"	♂	عطارد
٤' ٥٥٣٢ -	١٨٦٢' ٨٠ -	٣٦٧' ٦٠ -	٠.٠٠٠٠٠٠٠	٣٧' ٢٣	٠.٢٩' ٢٤' ١٠	٠.٢٩' ٢٤' ١٠	٠.٧٤	٠.٤٤١' ٤٤١"	♀	الزهر.
		١١٧' ٨١ +	٠.٠٠٠٠٠٠٠	٤٣' ٥٧	٠.٠٠٠٠٠٠٠	٠.٠٠٠٠٠٠٠	٠.٢٩' ٢٠	٠.٥٢' ١٠٠"	♂	الأرض
٠.١٥٣٣ -	٣٢٢٨' ٤٤ -	١٥٨٣' ٤٢ +	٠.٠٢٥١١٢٥	٢٥' ٢٠	٠.٦٠' ١٨' ٥٩	٠.٦٠' ١٨' ٥٩	٠.٤٧	٠.٢٣٣' ٣٤٠"	♂	المرج
٢٣' ٦٠٨٧ -	١٥٧٧' ٥٧ -	٦٦٣' ٨٦ +	٠.٠٤٨١٦٦٦	٢٧' ٤٥	٠.٢٥' ١٨' ١٤	٠.٢٥' ١٨' ١٤	٠.٢٨	٠.١١٤' ٩٥٤"	♂	المشتري
١٥' ٥١٤١ -	٢٢٦٦' ٤٦ -	١٩٤٣' ٠٧ +	٠.٠٥٦١٥٠١	٦١' ١٢	٠.٢٩' ٢٩' ٢	٠.٢٩' ٢٩' ٢	٠.٢٠	٠.٨٢٣' ٤٦"	♂	زحل
٣' ١٣٣١ +	٢٥٩٧' ٧٦ -	٢٢٨' ٦٢ +	٠.٠٤٦٦٦٨٦	٢٣' ٤٠	٠.٢٢' ٤٦' ٠	٠.٢٢' ٤٦' ٠	٠.٢٤	٠.١٦٧' ٣٧٢٠"	♂	اورانوس
?	?	?	٠.٠٠٨٧١٩٥	٥٨' ٢٦	٠.٥٩' ٤٦' ١٥	٠.٥٩' ٤٦' ١٥	٠.٢٧	٠.٤٧' ٥٨' ٨"	♂	نبتون

[illegible]

مجموع مبادي السمات

٢٦٥

قطر	قطر ظاهري			بعد عن الأرض عن ٥ اقل للسني			بعد عن الأرض عند ٥ اقل للسني		
	من ٥	من الأرض		اوسط	اقل	اعظم	اوسط	اقل	اعظم
		اوسط	اقل						
١ - ٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٦ - ١٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
١١ - ١٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
١٦ - ٢٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٢١ - ٢٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٢٦ - ٣٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٣١ - ٣٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٣٦ - ٤٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٤١ - ٤٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٤٦ - ٥٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٥١ - ٥٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٥٦ - ٦٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٦١ - ٦٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٦٦ - ٧٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٧١ - ٧٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٧٦ - ٨٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٨١ - ٨٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٨٦ - ٩٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٩١ - ٩٥	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧
٩٦ - ١٠٠	١٧٣	٨٧	١٢٩	٥٦٠٣٧٥٨٢	٤٧٣٢٩٩١	٦٤٨٤٥٧٧٨	١٣٦٨٢٨٧٥	١١٨٠٧١	١١٦٦٧



مادة	مساحة		جرر		مادة		كثافة
	الارض - ا	امبال مربعة	الارض - ا	امبال مكعبة	الارض - ا	الارض - ا	
٢٨٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	٣٨٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١٧٨٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١٥٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١٢٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٩٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٦٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٣٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١٠٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٥٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٢٥	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١٢	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٦	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٣	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١
٠	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١	١	١٠٣٨٥٦٣١	١٠٣٨٥٦٣١

[illegible]

## قائمة نجوم مزدوجة

تنبه في عود الوضع العلامة + دالة على حركة مستقيمة و - على حركة متغيرة ب قائمة  
بمانسي والعدد بعد ذلك ساعة من م

عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦١	ميل	+ ١٨٠	قدر	وضع	بينها
١ ٢١٦ قيناوس	٢٠ ١٠٠	٧٨ + ٠٦٠	٦٥ ٦٦	- ٥٦ - ٢٨ ٢٩٥		
٢ ٢١٨ قيناوس	١٢ ٨٠ ١٨	٧٦ + ١٠٠	٦٣ ٦٤	- ٥٦ - ١٠٣		
٣ ذات الكرسي	٦٠ ٥٢ ٤٠	٥٧ + ٦٠	٦٥ ٦٦	+ ٥٩ + ١٢٥ ٦٧٥		
٤ المرأة المسلسلة	٧٣ ٢٦ ٤٧	٢٢ + ٥٢	٦٦ ٦٧	+ ٥١ + ٢٤٩ ٢٢١		
٥ ٢٥١ ب. الحورين	٢٩ ٥٢	٢٢ + ٥٢	٦٦ ٦٧	+ ٥١ + ٢٤٩ ٢٢١		
٦ ٤٢ قيطوس	١١٢ ٥٤ ١٢	١٢ + ٥٤	٦٦ ٦٧	+ ٥١ + ٢٤٩ ٢٢١		
٧ ١٢٢ ا ب الحورين	١٢٨ ٥٩ ٢٨	٢٢ + ٥٩	٦٦ ٦٧	+ ٥١ + ٢٤٩ ٢٢١		
٨ ٢٠٩ ب ا	١٨٦ ٤٧	٥٩ + ٥٩	٦٦ ٦٧	+ ٥١ + ٢٤٩ ٢٢١		
٩ " "	٢٠٢ ٢٥٥	٢٢ + ٢٠	٦٥ ٦٥	- ٥٦ - ٢٢٢ ٢٢٥		
١٠ المرأة المسلسلة ا ب	٢٠٥ ٢٧٥٥	٢٢ + ٢٠	٦٥ ٦٥	- ٥٦ - ٢٢٢ ٢٢٥		
١١ " " ب ج	" " " " " "	" " " "	" " " "	" " " "		
١٢ " ٢٥٩ "	٢٢٨ ٢٥٢ ٦	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٣ ٢٥٧ فرساوس	٢٥٧ ٢١٥ ٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٤ ذات الكرسي ا ب	٢٦٢ ١٧ ٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٥ ٢٧٨ ٢٢٧٨ " "	٢٧٨ ٢٦ ٢٥	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٦ ١١٤ النحل						
١٧ " ٤	٢٢٢ ٢١ ٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٨ ٧ الثور ا ب	٢٦٢ ٢١٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
١٩ ١٨ ب ٢ النهر	٢٢٢ ٢١٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
٢٠ ٢٩ قيناوس	٢٦٢ ٢١٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		
٢١ ٥١١ الزرافة	٢٦٢ ٢١٢	٢٢ + ٢٥	٦٣ ٦٣	+ ٥٦ + ٢٢٨ ٢٢٥		

عدد اسم النجم	عدد في	ص م	سنة	بعد
قائمة ستروف ١٨٢٠	ميل	١٨٠٠+	قدر	وضع
٣٢٠ الثور	٥٥٤	١١٠٠	٦٣	١٠٠
٢٣ الرافعة	٥٦٦	٦٢٨	١٤٠	٧٢
٥٧٧ ممك الاعنة ٥٧٧	٤٨٢٢	٢٧+	١٤٠	٧٢
٢٥ النجار	٣٦١٧	٢٧	٢١	٨
١٢ اللكس اب	٩٤٨	١٨٢٤	٢٣	٢٤
٢٧ " " اج	"	"	"	"
٢٨ الشعري البانية	١٢٩٩	١٦	٢١	١٠
٢٩ الثوأمين	٩٢٢	١٤٧	٢٠	١٢
٢٨	٩٨٢	١٤٧	٢٠	١٢
٢١	١٠٢٧	١٠٢٧	٢٣	١٠
٢٢	١١١٠	١١٠	٢٢+	١٠
٢٣	١١٥٧	١١٥٧	٢٠	١٢
٢٤	١١٨٧	١١٨٧	٢٢+	١٠
٢٥	١١٩٦	١١٩٦	٢٢	١٠
٢٦	"	"	"	"
٢٧	١٢٧٢	١٢٧٢	٢٢	١٠
٢٨	١٢٣٨	١٢٣٨	٢٢	١٠
٢٩	١٢٥٦	١٢٥٦	٢٢	١٠
٣٠	١٢٧٧	١٢٧٧	٢٢	١٠
٣١	١٢٤٥	١٢٤٥	٢٢	١٠
٣٢	١٢٤٤	١٢٤٤	٢٢	١٠
٣٣	١٢٤٦	١٢٤٦	٢٢	١٠
٣٤	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٣٥	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٣٦	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٣٧	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٣٨	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٣٩	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٠	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤١	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٢	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٣	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٤	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٥	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠
٤٦	١٢٥٧	١٢٥٧	٢٢	١٠



عدد	اسم التيم	قائمة ستروف	١٨٦٠	او٢٠	ميل	١٨٠٠	قدر	وضع	صها
٥٧٢	الكليل الخالي	اج	٢٠٢٢	٢٠١٦	٢٠٢٢	١٢٢٢	١١	٢٥	٢٩
٧٢	العرب		١٦	٢١	٢٠	٧٨	١٦٦	٨	٢٩
٧٤	الحاري		٢٠٥٥	١٦	٢٢	١٦٨	٦٤	٦	٢٥
٧٥	الجباني		٢٠٨٤	١٦	٢٦	١٢	٢٦	٧	٢٢
٧٦	الحاري		٢١٠٦	٢١	٢٤	٢٠	٢٩	٨	٢٢
٧٧	الجباني		٢١٠٧	٢١	٢٦	١٨	٢٨	٨	٢٢
٧٨	الحاري		٢١١٤	٢١	٢٦	١٨	٢٨	٨	٢٢
٧٩	الجباني		٢١٢٠	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٠	التيين		٢١٣	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨١	الحاري		٢١٧	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٢	الجباني		٢١٢٧	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٣	الجباني		٢١٦١	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٤	الحاري		٢١٧٣	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٥	الجباني ب ج		٢١٧	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٦	الحاري		٢٢٦٢	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٧	الحاري		٢٢٧٢	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٨	القلياق		٢٢١٨	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٨٩	" (٢)		٢٢٨٢	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩٠	" (٣)		٢٢٨٣	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩١	الحية		٢٢٤٠	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩٢	النسر		٢٢٤٤	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩٣	" " " " ب ج		"	"	"	"	"	"	"
٩٤	القلب		٢٢٤٥٥	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩٥	اب ١٩	التيين	٢٥٠٩	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢
٩٦	الدجاجة		٢٥٧٦	٢١	٢٦	٢٨	٢٨	٨	٢٢

عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠ أو ١٨٦٠ ميل	١٨٠٠+ قدر	وضع بينها	بعد
١٧ ٨٢٦٩٦	الدلفين ٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٢٨ ٢٦٩٦	الدجاجة	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٢٩ ٢٦٩٦	الدلو	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٠ ٢٦٩٦	الفرس الاصفر	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣١ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٢ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٣ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٤ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٥ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٦ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٧ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٨ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣٩ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٠ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤١ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٢ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٣ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٤ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٥ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٦ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٧ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٨ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤٩ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٥٠ ٢٦٩٦	الفرس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦

قائمة نجوم مزدوجة لم يتحقق كونها مزدوجة حقيقية

١ ٨٢٦٩٦	المرأة المسلمة ٤٤	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٢ ٨٢٦٩٦	الحل	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٣ ٨٢٦٩٦	ذات الكرسي ٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٤ ٨٢٦٩٦	قطوس	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٥ ٨٢٦٩٦	س٢٦٧	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٦ ٨٢٦٩٦	الجبار	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦
٧ ٨٢٦٩٦	الثور	٢٦٩٦	٢٦٩٦	٢٦٩٦

عدد اسم النجم	فاصله ستروف	ميل	١٨٠٠+	قدر	وضع	بينها
١٤	النكس	٩٦٣	٤٠	٤٠	٦	٦
١٥	الكلب الأكبر	٩٩٧	٤٩	١٣	٦٤	٨
١٦	السرطان	١٢٠٢	٥٤	١١	٦٣	٨
١٧	الشجاع	١٢١٦	١٢	١٤	٧	١٠
١٨	الدب الأكبر	١٢٠٦	٥٨	٦٧	٦٣	١٠
١٩	الشجاع	١٢١٦	٩	٥٤	٧	١٠
٢٠	الشجاع	١٢٤٨	١٧	٦	٦٣	١٠
٢١	الشجاع	١٢٥٧	٢٠	٢١	٦٣	١٠
٢٢	السبله	١٦٤٧	٢٠	٢٢	٦٣	١٠
٢٣	١٧٨١	١٧٨١	٢٢	١٤	٧٧	١٠
٢٤	١٧٨٨	١٧٨٨	٢٢	١٤	٧٧	١٠
٢٥	العواء	١٨٢٥	٦	١٠	٧٧	١٠
٢٦	١٨٣٧	١٨٣٧	٦	١٠	٧٧	١٠
٢٧	العواء	١٨٦٣	١٨	٢٣	٧٧	١٠
٢٨	الحاوي	١٨٦٥	٢٠	٢٤	٧٧	١٠
٢٩	العواء	١٨٨٣	٢٢	٢٤	٧٧	١٠
٣٠	١٩٣٤	١٩٣٤	٢٢	٢٤	٧٧	١٠
٣١	١٩٥٧	١٩٥٧	٢٢	٢٤	٧٧	١٠
٣٢	البحاني	٢١٦٥	٢٠	٢٤	٧٧	١٠
٣٣	التيين	٢١٩٩	٢٦	٢٤	٧٧	١٠
٣٤	البحاني	٢٢٨٩	٢٤	٢٤	٧٧	١٠
٣٥	السهم	٢٤٣٧	٢٨	٢٤	٧٧	١٠
٣٦	الغلياق	٢٤٥٤	٢٤	٢٤	٧٧	١٠
٣٧	الدجاجة	٢٥٢٥	٢٦	٢٤	٧٧	١٠
٣٨	السر	٢٥٤٤	٢٨	٢٤	٧٧	١٠



عدد اسم النجم	قائمة ستروف ١٨٦٠	ميل	١٨٠٠+	قدر	وضع	بعضها
٢٢ ٢٥٥٦ S	الصلب	٢٥٥٦	١٩ ٢٣ ٢٤	٢١ + ٥٥	٦٥ ٧٧	١٦٧ ٧٢-
٢٤ ٢٥٧٦ S	الدجاجة	٢٥٧٦	١٩ ٤٠ ١٨	٢٣ + ١٧	٦٢ ١٧ ٨٥	٢٠٨ ٢٢٧
٣٥ ٢٧٤٤ S	الدلي	٢٧٤٤	٢٠ ٥٤	٠ + ٥٩	٦٢ ٧٦	١٧٧ ٥٥-
٣٦ ٢٧٤٦ S	الدجاجة	٢٧٤٦	٢٠ ٥٥	٠ + ٢١	٦٢ ٩٨	٢٨٢ ٧٠+
٣٧ ٢٩٠٤ S	الذئب	٢٩٠٤	٢١ ٢٦ ٢٠	٢٠ + ٦٢	٦٥ ٨٧	٢٢٤ ٥٢+
٣٨ ٢٩٢٨ S	الدلي	٢٩٢٨	٢٢ ٢٢ ٦	١٢ - ٢٠	٥٧ ٨٢	٢١٩ ٢٠٥-
٣٩ ٢٩٤٤ S	الدلو	٢٩٤٤	٢٢ ٤٠ ٢٦	٤ - ٥٧	٦٢ ٨٧	١٤٦ ٦٧-
٤٠ ٢٩٧٦ S	الحوت	٢٩٧٦	٢٣ ٠	٢٦ + ٥٨	٥١ ١٠	١٨٢ ٢٢+
٤١ ٣٠٤٦ S	قيطوس	٣٠٤٦	٢٣ ٤٩ ٢٠	١٠ - ١٦	٦٤ ٨٢	٢٤١ ٠ +
٤٢ ٣٠٥٠ S	المرأة الممسلة	٣٠٥٠	٢٣ ٥٢ ١٨	٢٢ + ٥٧	٦٥ ٦٢	١٩٩ ٥٢+

## قائمة نجوم متغيرة

عدد اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	متاهايا	من قدر الى قدر
R المرأة الممسلة	١٧ ١٢	٢٧ + ٢٠ ٥١		من ٦ الى
B ذات الكرسي	١٧ ٢٦	٦٢ + ٥٠ ٢٥		مونجم بنو براهي الوقي
T الحوت	٢٥ ١٦	١٢ + ٢٠ ٥٢	١٤ ± ١٤٢	١١ ٩٠
α ذات الكرسي	٢٣ ٩	٥٥ + ٤٩ ٢٠	١٢ ٧٩	٢ ٢٠
U الحوت	٢٧ ٢٥	٦ + ٢٠ ٢٥		٩ > ١٢
S ذات الكرسي	١٠ ٨	٧١ + ٥٥ ٥٥		٩ > ١٢
S الحوت	١٠ ٤٦	٨ + ١٢ ١٢	١٢ ± ١٢	٩ > ١٢
R الحوت	٢٣ ٥٦	٢ + ١٢ ١٢	٢٤ ٢٤	٧ ٩٠
V الحوت	٤٧ ٢٠	٨ + ٨ ٨		٦ ٩
الحمل	٥٧ ٢٩	١١ + ٥٤ ١٠		
R الحمل	٨ ٤٤	٢٤ + ٢٧ ٢٧	١٨ ١٨	٨ > ١٢
ه قيطوس	١٢ ٤٧	٢ - ٢٤ ٢٤	٢٣ ٢٣	٢ > ١٢

اسم الفحيم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مقاياما	من قدر الى قدر
٢ فرساوس	٥٦٧ ٥١	٢٨٠ ٢٠١	٢٣	٤
" β	٢ ٥٩ ٤٣	٤٠ ٢٧٢ ٢٧	٢٠ ٢٥	٤
" R	٣ ٢١ ٤٧	٢٥ ١٢٢ ١٢	٦ ٨١	١٢ >
λ الثور	٣ ٥٢ ٢٩	١٢ ٧٣	٥٢ ٢٠٢	٤
U الثور	٤ ١٤ ١٥	١٩ ٢٠	٢	١٠٤
" T	٤ ١٤ ٢٥	١٩ ١٢	٢٧	١٢٠ >
" R	٤ ٢١ ١٠	٩ ٥٢	٢٢٧	٨
" S	٤ ٢٢ ٥	٩ ٢٩	٢٧٥	١٠
R الجبار	٤ ٥١ ٥٥	٧ ٥٥	٢٧٨	٩
• مسك العنان	٤ ٥٢ ٢٨	٤٣ ٢٧	٢٥٠	٢٠٤
R الازب	٤ ٥٢ ٤١	١٥ ٠٢	± ٤٠٠	٧
R مسك العنان	٥ ٢٨	٥٣ ٢٦		
" α الجبار	٥ ٤٨ ٨	٧ ٢٢	١٩٦ ±	١
R وحد القرن	٦ ٢٢ ٤	٨ ٥٠	١٠	١٣
ζ القوامين	٦ ٥٦ ٢٤	٢٠ ٤٥	١٦ ٠٠	٢٠٤
" R	٦ ٥٩ ٢٢	٢٢ ٥٤	٢٧٠	٧٢ ١١
R الكلب الاصغر	٧ ١	١٠ ١٢	٢٢٩	٨ ١٠
" " S	٧ ٢٥ ٢٩	٨ ٢٥	٢٣٥	٧٢ ١٢ >
S القوامين	٧ ٢٥ ١٤	٢٢ ٤٥	٠٧ ٢٦٤	٢٢ ١٢٠ >
" T	٧ ٤١ ٢٠	٢٤ ٢٢	٦٤ ٢٨٨	٢٠ ١٢٠ >
" U	٧ ٤٧ ٢٢	٢٢ ٢٠	٢٧	٩ ١٢٠
R السرطان	٨ ٩ ٢٤	١٢ ٧٤	٢٥٩	٦ ١٠ >
" U	٨ ٢٨ ١٩	١٩ ٢٠	٢٠٦	٩ ١٢٠ >
" S	٨ ٢٦ ٢٠	١٩ ٢٠	٤٨ ٢٠٢	٨ ١٠٤
S الشجاع	٨ ٤٦ ٤٧	٢ ٢٣	٢٥٦	٨٠ ١٢٠
T السرطان	٨ ٤٩ ١٤	٢٠ ٢٠	± ٤٥٥	٢٠ ١٢

[illegible]

اسم القم	ص ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	مقاها	من قدر الى قدر
R المصحة	٤٤ ٤٤ ٧٥	٢١٨ ١٥+	٢٥٢	> ١٠ ٦٥
R الميزان	١٥ ٤٦ ١٥	٥٠٨ ١٥-	٧٢٢	> ١٢٥ ٩
R الجاني	٢٩ ٠ ١٦	٤٣٤ ١٨+	٢١٠	١٢٥ ٨٥
T المغرب	١٨ ٩ ١٦	٢٩٠ ٢٢-	٧	> ١٢ ٧
" R	٥٤ ٩ ١٦	٣٧٢ ٢٢-	٦٤٨	> ١٤ ٩
" S	٥٦ ٩ ١٦	٢٤٢ ٢٢-	٢٦٤	> ١٢ ٩
" U	٥٩ ١٤ ١٦	٢٤٥ ١٧-	٩٥	١٢٥ ٩٥
U الجاني	٢٢٠ ١٦	١١٤ ١٩+	٧	١٢ ٧
" ٢٠	٢٢ ٢٤ ١٦	١٠١ ٤٢+	١٠٦	٦ ٥
T الحادي	١٨ ٢٦ ١٦	٥١٢ ١٥-	١٠٥	> ١٢ ١٠٥
" S	٤٧ ٢٦ ١٦	٥٢١ ١٦-	٢٢٩٢	> ١٢٥ ٩٢
S الجاني	٥٩ ٤٥ ١٦	٩٧ ١٥+	٢٠٢	١٢٥ ٧٥
جديد الحادي	١٢ ٥٢ ١٦	٤١٤ ١٢-	٤٥	> ١٢٥ ٤٥
" R	١٨ ٠ ١٧	٥٥٠ ١٥-	٢٠٤٦	> ١٢٥ ٨
" الجاني	٤٢ ٨ ١٧	٢٢٤ ١٤+	٨٨٥	٢٢٩ ٢١
جديد الحادي	٥١ ٢٢ ١٧	٢٢١ ٢١-		
T الجاني	١١ ٤ ١٨	٠ ٢١+	١٦٤٧	> ١٢ ٧٢
T النجاش	٢٨ ٢٢ ١٨	١٢٠ ٦+	٢١٠	> ١٤ ١٠٥
R نرس سويسكي	٢٣ ٤٠ ١٨	٥٠٥ ٥-	٧١٧٥	٩ ٥
β الشياق	١٧ ٤٥ ١٨	١٢٧ ٢٢+	١٢٩٠٦	٤٥ ٢٥
R (١٢) الشياق	٢٣ ٥١ ١٨	٤٦٦ ٤٢+	٤٦	٤٦٢ ٤٦
R النسر	٧ ٠ ١٩	٢١ ٨+	٢٥١٥	٦٥
T الراعي	٤٣ ٨ ١٩	١١٠ ١٧-	٨٥	> ١٢ ٨٥
" R	٤ ٩ ١٩	٢٢٠ ١٩-	٤٦٥	> ١٢ ٨
" S	٤٩ ١١ ١٩	١٥٦ ١٩-	١٠٥	١٠٥
R الدجاجة	٢٠ ٢٣ ١٩	٥٤٥ ٤٩+	٤١٦٧٢	> ١٤ ٨

اسم التجم	ص م ١٨٧٠	مول ١٨٧٠	مئة اياماً	من قدر الى قدر
* القليب	١٩ ٤٢ ٤١	٥٩ ٢٦ ٢٦+	٦٧ ٩	٢٨ ٨ ٨
" S	٤ ٤٢ ١٩	٥٧ ٩ ٢٦+	٦٧ ٩	٢٨ ٨ ٨
X الدجاجة	١٩ ٤٥ ٢٤	٢٥ ٢٢ ٢٥+	٤٠ ٦ ٤٠	١٢ > ٥
ن السر	١٩ ٤٥ ٥١	٤٠ ٤٠ ٠+	٧ ١٧ ٢٢	٤٤ ٢ ٦
S الدجاجة	٢٠ ٢ ٤٧	٥٧ ٢ ٢٦	٢٢ ٤	١٢ > ٩
R الجدي	٢٠ ٤ ١	١٤ ٢ ٢٩	٢٥ ١٢	١٢ ٥ ١٢
S السر	٢٠ ٥ ٢٩	١٥ ٢ ١٤	٢٤ ١٢	١٢ ٨ ١٢
R السهم	٢٠ ٨ ٨	١٦ ٢ ٢٠	٨٨ ٧	١٢ ٨ ١٢
R الدلزين	٢٠ ٨ ٢٩	٨ ٢ ٤١	٩	١٢ ٩
P (٢٤) الدجاجة	٢٠ ١٢ ٠	٢٧ ٨ ٢٧+	١٨ ٢٤	٦ > ٢
R (٢٤) قيناوس	٢٠ ٢٢ ٤١	٨٨ ٢ ٤٤	٧٢ ٢٤	١١ ٥
S الدلزين	٢٠ ٢٧ ٥	١٦ ٢ ٢٧	٢٨ ٤	١٢ ٨ ١٢
" T	٢٠ ٢٩ ٢٠	١٥ ٢ ٥٥	٢٢ ٢٢	١٢ ٨ ١٢
U الجدي	٢٠ ٤٠ ٥٤	١٥ ٢ ١٥	٤٢ ١١	١٢ > ١٥
T الدلو	٢٠ ٤٢ ٦	٥ ٢ ٢٧	١٩ ٧	٧ ٢٨
R القليب	٢٠ ٥٨ ٢٦	٢٢ ٢ ١٨	٢٨ ٦	١٢ ٦ ١٢
T الجدي	٢١ ١٤ ٥٠	١٥ ٢ ٤٢	٢٢ ٩	١٢ > ١٤
S قيناوس	٢١ ٢٦ ٤٧	١٨ ٢ ٢٢	٢٧ ٤٧	١٢ ١٢ ١١
" M	٢١ ٢٩ ٢١	١٨ ٢ ١١	١١ ٥٨	٦ ٤ ١١
T الفرس	٢٢ ٢ ٢٢	١١ ٢ ٥٤	١٠	١٢ ١٠
الدلو	٢٢ ٢٢ ٢١	١٠ ٢ ٢٦	٤٢ ٢٢	٧ ٢٨
Q قيناوس	٢٢ ٢٤ ٢١	٥٧ ٢ ٤٠	٢٦ ٢٢	٢٧ ٢ ٤٨
S الدلو	٢٢ ٥٠ ٨	٢١ ٢ ٢١	٢٢ ٢٢	١١ > ٨
β الفرس	٢٢ ٥٧ ٢٨	٢٢ ٢ ٢٢	٢٢ ٢٢	٢٢ ٢ ٢٢
" R	٢٣ ٠ ٧	٩ ٢ ٠	٥٧ ٨	١٢ ٥١ ٨
R الدلو	٢٣ ٢٧ ٥	١٦ ٢ ٠	٢٤ ١٢	١٠ > ٧

اسم النجم ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠ مقياساً من قدر الى قدر  
 R ذات الكرمي ٢٣ ٥١ ٤٩ + ٢٩ ٩ ٥٠ ٤٣ ٤٨ ٦ ١٤ >

### فائمة نجوم مثلثة ومربعة وخمسة ومتعددة

اسم النجم	ص م ١٨٧٠	ميل ١٨٧٠	افكار	بعد بينها
ذات الكرمي	٤٧ ١٦ ٤٧	٢٦ ٩ ٦٧ +	٤ ١ ٩ ٤ ١	٢ ٢٣ ٢
المرأة المسلسلة	٥٥ ٥٥ ١	٤٣ ٤ ٤١ +	٥ ١ ٢ ٥ ١ ٢	٥ ١ ٢ ٥ ١ ٢
٥٣٦٠ الحماة	٦ ٢١ ٥	٢٧ ٨ ٢٥ -	١١ ٧ ٧ ١ ١	٢٠ ٧ ٢ ٢٠ ٧ ٢
١١ وحيد القرن	٢١ ٢٢ ٦	٥٧ ٠ ٦ -	٨ ٧ ٦ ١ ١	٢ ٦ ٧ ٢ ٦ ٧ ٢
١٢ النكس	٤٤ ٢٤ ٦	٢٤ ٢ ٥٩ +	٧ ٦ ٦ ١ ١	٨ ٧ ١ ٧ ١ ٧ ١
٥٣٢٨ السنية	٤٨ ٠ ٧	٢٥ ٢ ٢٤ -	١٠ ٨ ٦ ١ ١	٢٧ ٥ ٥ ١٠ ٨ ٦ ١ ١
٤ السرطان	٤٥ ٤ ٨	٢٤ ٤ ١٨ +	٧ ٦ ١ ١ ١	٥ ٤ ٠ ٧ ٦ ١ ١ ١
٧ السنية	٢١ ٥ ٨	٥٦ ٢ ٤٦ -	٨ ٦ ٢ ١ ١	٢٣ ٤ ١ ٨ ٦ ٢ ١ ١
٢٣٢٧ ب ا ك	٢٢ ٢٠ ٨	٥ ٢ ٧١ -	٧ ٦ ١ ١ ١	٦٥ ٧ ٦ ٧ ٦ ١ ١ ١
* السنية	٥٨ ٢٤ ٨	٢٩ ٧ ٤٧ -	١١ ٦ ١ ١	٢٠ ٤ ٤ ١١ ٦ ١ ١
٤١٦٠٤ الكاس	٢٧ ٢ ١٢	٦ ٧ ١١ -	٨ ٩ ٧ ١ ١	٢٥ ٢ ٦ ١١ ٨ ٥ ١ ١
٧ قنطوروس	٢٠ ١٢ ١٤	٥١ ٨ ٥٧ -	١١ ٨ ٥ ١ ١	٧ ٢ ١ ٤ ١١ ٨ ٥ ١ ١
٥١ الميزان	١٢ ٥٧ ١٥	٠ ٨ ١١ -	٧ ٦ ١ ١ ١	٧ ٢ ١ ٤ ٧ ٦ ١ ١ ١
٣٧٩١ سوث الراي	٢١ ٥٤ ١٧	٢ ٠ ٢٣ -	٨ ١١ ٧ ١ ١	١٥ ٥ ٨ ١١ ٧ ١ ١

### نجوم مربعة

٢٣ ٤٩ ٦	١٤ ٥ ٢٠ -	١٢ ٥ ٢ ٤٥ ١٠ ١ ٦ ٦
١٥ ٤٥ ١٨	١٢ ٧ ٢٣ +	٧ ١ ٦ ٤ ٦ ٩ ٨ ١ ١ ٢ ٢
٥٥ ١٥ ١٩	٢٢ ٧ ١٨ -	٢٥ ٢٠ ١٨ ١٢ ٨ ٨ ٨ ٨
٠ ٢٥ ٢٠	٤٩ ٥ ١٠ +	٠ ٧ ٢٠ ١٤ ٩ ١ ٦ ٨ ٧ ١ ٢
٦ ٢٠ ٢٢	٥٧ ٧ ٢٨ +	٨ ٢ ٢٢ ١٠ ١١ ٦ ٦ ٦ ٦ ١ ٢

### نجوم خمسة

٥٣٧٨ ٠ ٤٤ ٢٢ ٠ ٨ ٨ ٨ ٧ ٧ ٥٨ ٦ ١٧ -



[illegible]



[illegible]

## المجدول الخامس

جدول انکسار مع انساؤ و فضلاء

نفسه	نسب	انكار اوسط	بند معي	نفسه	نسب	انكار اوسط	بند معي	نفسه	نسب	انكار اوسط	بند معي	نفسه	نسب	انكار اوسط	بند معي
٤١٧	٢٢٢٢١٧٧	٢٢٢٢١٧٧	٧٥	١٠٥١	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٠٢	٢٢٢٤١١٢	٢٢٢٤١١٢	٢٠	١٠٥١٥	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٠٧	٢٢٢٤٢٧١	٢٢٢٤٢٧١	٢٠	١٠٥٧٧	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥١٢	٢٢٢٥١٨٢	٢٢٢٥١٨٢	٤٠	١٠٥٦٦	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥١٧	٢٢٢٥٦٥٥	٢٢٢٥٦٥٥	٤٠	١٠٦١٧	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٢٢	٢٢٢٦١٢١	٢٢٢٦١٢١	٧٦	١٠٦٨٨	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٢٨	٢٢٢٦٧٥٥	٢٢٢٦٧٥٥	٥٢	١٠٦٦٦	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٣٢	٢٢٢٧٢٢٣	٢٢٢٧٢٢٣	٥٥	١٠٦٩١	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٣٨	٢٢٢٧٧٦٦	٢٢٢٧٧٦٦	٥٨	١٠٦٧٢	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٤٥	٢٢٢٨٢٤٢	٢٢٢٨٢٤٢	٤	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٥١	٢٢٢٨٨٧٩	٢٢٢٨٨٧٩	٤٥	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٥٧	٢٢٢٩٤٢٤	٢٢٢٩٤٢٤	٧٦	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٦٣	٢٢٢٩٨٢٧	٢٢٢٩٨٢٧	١١	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٦٩	٢٢٣٠٠٥٥	٢٢٣٠٠٥٥	١٤	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٧٦	٢٢٣١١١٩	٢٢٣١١١٩	١٧	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٨٢	٢٢٣١٦٧٥	٢٢٣١٦٧٥	١٧	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١
٥٨٩	٢٢٣٢٢٣٧	٢٢٣٢٢٣٧	١٧	١٠٦٧٤	١٤٥٨٥٢٤	١١٢٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١	٢٠١٢	٢٠٠٠٨٥	١١٢٠٢	٥١

[illegible]

## المجدول السادس

للافتكسار. اصلاح للبارومتر والترمومتر

بارومتر		ترمومتر	
نقطه	ارتفاع	نقطه	ارتفاع
۰.۰۰۱۴۴۴	۳۱۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۱۴۴۴	۳۰۹۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۱۴۴۴	۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۱۰۰۲	۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۸۰	۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۷۱۸	۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۵۷۵	۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۴۳۲	۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۳۸۹	۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۱۴۵	۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۰.۰۰۰۰۰۰	۳۰.۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۸۰۰۰	۳۰۹۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۷۰۰	۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۶۰۰	۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۵۰۰	۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۴۰۰	۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۳۰۰	۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۲۰۰	۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۱۰۰	۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۹۰۰۰	۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۹۰۰	۳۰.۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۸۰۰	۳۰۹۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۷۰۰	۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۶۰۰	۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۵۰۰	۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۴۰۰	۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۳۰۰	۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۲۰۰	۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۱۰۰	۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۸۰۰۰	۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۹۰۰	۳۰.۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۸۰۰	۳۰۹۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۷۰۰	۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۶۰۰	۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۵۰۰	۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۴۰۰	۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۳۰۰	۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۲۰۰	۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۱۰۰	۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۷۰۰۰	۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰
۳۰۹۶۹۰۰	۳۰.۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰

## المجدول السابع

لإصلاح الانكسار بالقرب من الأفق لاختلاف البارومتر والترمومتر

بارومتر B	ترمومتر T	بعد سمقي	بارومتر B	ترمومتر T	بعد سمقي
+ ٠.٥١	- ٠.٢١٧	٨٦.٣٠		- ٠.٠٠٩	٧٥.٠٠
٠.٥٦	٠.٢٤٥	٤٠		٠.٠١٣	٧٦
٠.٦٣	٠.٢٧٦	٥٠		٠.٠١٥	٧٧
٠.٦٨	٠.٤١٠	٨٧ ٠٠		٠.٠١٨	٧٨
٠.٧٥	٠.٤٤٨	١٠		٠.٠٢٢	٧٩
٠.٨٢	٠.٤٩٠	٢٠	+ ٠.٠٠٤	٠.٠٣٠	٨٠ .
٠.٩١	٠.٥٢٨	٣٠	٠.٠٠٥	٠.٠٤٠	٨١ .
١.٠١	٠.٥٩٣	٤٠	٠.٠٠٧	٠.٠٤٦	٨١ ٣٠
١.١٢	٠.٦٥٤	٥٠	٠.٠٠٨	٠.٠٥٣	٨٢ ٠٠
١.٢٦	٠.٧٢٣	٨٨ ٠٠	٠.٠١٠	٠.٠٦٣	٨٢ ٣٠
١.٤١	٠.٧٩٩	١٠	٠.٠١١	٠.٠٧٤	٨٣ ٠٠
١.٥٩	٠.٨٨٧	٢٠	٠.٠١٣	٠.٠٨٩	٨٣ ٣٠
١.٧٩	٠.٩٨٧	٣٠	٠.٠١٦	٠.١٠٧	٨٤ ٠٠
٢.٠٢	١.١٠١	٤٠	٠.٠٢٠	٠.١٣٠	٨٤ ٣٠
٢.٢٩	١.٢٣١	٥٠	٠.٠٢٥	٠.١٥٩	٨٥ ٠٠
٢.٦١	١.٣٨٠	٨٩ ٠٠	٠.٠٢٦	٠.١٧١	٨٥ ١٠
٢.٩٨	١.٥٥١	١٠	٠.٠٢٨	٠.١٨٤	٨٥ ٣٠
٣.٤١	١.٧٤٩	٢٠	٠.٠٣١	٠.١٩٨	٨٥ ٣٠
٣.٩٣	١.٩٧٧	٣٠	٠.٠٣٣	٠.٢١٣	٨٥ ٤٠
٤.٥٤	٢.٢٤١	٤٠	٠.٠٣٦	٠.٢٢٩	٨٥ ٥٠
٥.٢٦	٢.٥٤٩	٥٠	٠.٠٣٩	٠.٢٤٨	٨٦ ٠٠
+ ٦.١٢	- ٢.٩٠٩	٩٠ ٠٠	٠.٠٤٣	٠.٢٦٩	٨٦ ١٠
			+ ٠.٠٤٧	- ٠.٢٩٢	٨٦ ٣٠

الاعداد في العمود T ينبغي ضربها في (١-٥٠) وعمود B تضرب اعدادها في (b-٣٠ عند) ويصح بالحاصل الانكسار المستعمل من الجدولين السابقين الأول والثاني

### المجدول الثامن

جدول ایام فی کسر عشری من سنۃ

[illegible]

## المجدول التاسع

اختلاف الشمس

اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس اختلاف الشمس الافقي ارتفاع الشمس

	١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧	١٢٨		١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧	١٢٨
٠	٨٢٤٠	٨٢٥٠	٨٢٦٠	٨٢٧٠	٨٢٨٠	٤٥	٥٢٩٤	٦٢٠١	٦٢٠٨	٦٢١٥	٦٢٢٢
١٠	٨٢٣٧	٨٢٤٧	٨٢٥٧	٨٢٦٧	٨٢٧٧	٥٠	٥٢٩٠	٥٢٤٦	٥٢٥٣	٥٢٥٩	٥٢٦٦
١٥	٨٢٣٧	٨٢٣٧	٨٢٤٧	٨٢٥٧	٨٢٦٧	٥٥	٤٢٨٢	٤٢٨٨	٤٢٩٣	٤٢٩٩	٥٢٠٥
٢٠	٨٢١١	٨٢٢١	٨٢٣١	٨٢٤٠	٨٢٥٠	٦٠	٤٢٢٠	٤٢٢٥	٤٢٣٠	٤٢٣٥	٤٢٤٠
٢٥	٧٢٨١	٧٢٩٩	٧٢٨٠	٧٢٨٨	٧٢٩٧	٦٥	٢٢٥٥	٢٢٥٩	٢٢٦٣	٢٢٦٨	٢٢٧٢
٣٠	٧٢٦١	٧٢٦٠	٧٢٦٩	٧٢٨٨	٧٢٩٨	٧٠	٢٢٨٧	٢٢٩١	٢٢٩٤	٢٢٩٨	٢٣٠١
٣٥	٧٢٢٨	٧٢٣٦	٧٢٤٥	٧٢٥٢	٧٢٥٣	٧٥	٢٢١٧	٢٢٢١	٢٢٢٣	٢٢٢٥	٢٢٢٨
٤٠	٦٢٨٨	٦٢٩٦	٦٢٠٤	٦٢١٢	٦٢٢١	٨٠	١٢٤٦	١٢٤٨	١٢٤٩	١٢٥١	١٢٥٣
٤٥	٦٢٤٤	٦٢٥١	٦٢٥٩	٦٢٦٦	٦٢٧٤	٨٥	٠٢٧٣	٠٢٧٥	٠٢٧٦	٠٢٧٧	٠٢٧٧
٤٥	٥٢٩٤	٦٢٠١	٦٢٠٨	٦٢١٥	٦٢٢٢	٩٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠	٠٢٠٠

## (١١) دقائق في كسر عشري من يوم

يوم	دقائق	يوم	دقائق
٢٠٢١٥	٢١	٢٠٠٠٦	١
٢٠٢٢٢	٢٢	٢٠٠١٣	٢
٢٠٢٢٩	٢٣	٢٠٠٢٠	٣
٢٠٢٣٦	٢٤	٢٠٠٢٧	٤
٢٠٢٤٣	٢٥	٢٠٠٣٤	٥
٢٠٢٥٠	٢٦	٢٠٠٤١	٦
٢٠٢٥٦	٢٧	٢٠٠٤٨	٧
٢٠٢٦٣	٢٨	٢٠٠٥٥	٨
٢٠٢٧٠	٢٩	٢٠٠٦٢	٩
٢٠٢٧٧	٣٠	٢٠٠٦٩	١٠
٢٠٢٨٤	٣١	٢٠٠٧٦	١١
٢٠٢٩١	٣٢	٢٠٠٨٣	١٢
٢٠٢٩٨	٣٣	٢٠٠٩٠	١٣
٢٠٣٠٥	٣٤	٢٠٠٩٧	١٤
٢٠٣١٢	٣٥	٢٠١٠٤	١٥
٢٠٣١٩	٣٦	٢٠١١١	١٦
٢٠٣٢٦	٣٧	٢٠١١٨	١٧
٢٠٣٣٣	٣٨	٢٠١٢٥	١٨
٢٠٣٤٠	٣٩	٢٠١٣٢	١٩
٢٠٣٤٧	٤٠	٢٠١٣٨	٢٠
٢٠٣٥٤	٤١	٢٠١٤٥	٢١
٢٠٣٦١	٤٢	٢٠١٥٢	٢٢
٢٠٣٦٨	٤٣	٢٠١٥٩	٢٣
٢٠٣٧٥	٤٤	٢٠١٦٦	٢٤
٢٠٣٨١	٤٥	٢٠١٧٣	٢٥
٢٠٣٨٨	٤٦	٢٠١٨٠	٢٦
٢٠٣٩٥	٤٧	٢٠١٨٧	٢٧
٢٠٤٠٢	٤٨	٢٠١٩٤	٢٨
٢٠٤٠٩	٤٩	٢٠٢٠١	٢٩
٢٠٤١٦	٥٠	٢٠٢٠٨	٣٠

## (١٠) ساعات

في كسر عشري من يوم

يوم	ساعات
٢٠٤١٦	١
٢٠٤٢٣	٢
٢٠٤٣٠	٣
٢٠٤٣٦	٤
٢٠٤٣٣	٥
٢٠٤٣٠	٦
٢٠٤٢٦	٧
٢٠٤٢٣	٨
٢٠٤٢٠	٩
٢٠٤١٦	١٠
٢٠٤١٣	١١
٢٠٤٠٩	١٢
٢٠٤٠٦	١٣
٢٠٤٠٣	١٤
٢٠٤٠٠	١٥
٢٠٣٩٦	١٦
٢٠٣٩٣	١٧
٢٠٣٩٠	١٨
٢٠٣٨٦	١٩
٢٠٣٨٣	٢٠
٢٠٣٨٠	٢١
٢٠٣٧٦	٢٢
٢٠٣٧٣	٢٣
٢٠٣٧٠	٢٤

## المجدول الثاني عشر

يوم السنة الموافق اي يوم من اي شهر كان

٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	
٢٠	٢٥	٢٠	١٥	١٠	٥	كانون الثاني
	٥٦	٥١	٤٦	٤١	٣٥	شباط
٨٩	٨٤	٧٩	٧٤	٦٩	٦٤	اذار
١٢٠	١١٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٩٥	نيسان
١٥٠	١٤٥	١٤٠	١٣٥	١٣٠	١٢٥	ايار
١٨١	١٧٦	١٧١	١٦٦	١٦١	١٥٦	حزيران
٢١١	٢٠٦	٢٠١	١٩٦	١٩١	١٨٦	تموز
٢٤٢	٢٣٧	٢٣٢	٢٢٧	٢٢٢	٢١٧	آب
٢٧٣	٢٦٨	٢٦٣	٢٥٨	٢٥٣	٢٤٨	ابلول
٣٠٣	٢٩٨	٢٩٣	٢٨٨	٢٨٣	٢٧٨	تشرين الاول
٣٣٤	٣٢٩	٣٢٤	٣١٩	٣١٤	٣٠٩	تشرين الثاني
٣٦٤	٣٥٩	٣٥٤	٣٤٩	٣٤٤	٣٣٩	كانون الاول

يوم من اول اكتوبر فصاعداً

والحمد لله دائماً



